

T.C.
ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

**STEAM EĞİTİMİ YAKLAŞIMININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİ FARKINDALIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Murat ÖZTÜRK

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Adem KENAN

TEZ JÜRİ ÜYELERİ

Prof. Dr. Recep POLAT

Dr. Öğretim Üyesi Adem KENAN

Dr. Öğretim Üyesi Zekai AYIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERZİNCAN, 2025

© 2025 [Murat ÖZTÜRK]. Tüm hakları saklıdır.

Kabul ve Onay Sayfası

Dr. Öğr. Üyesi Adem KENAN danışmanlığında, Murat ÖZTÜRK tarafından hazırlanan bu çalışma 17/06/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul oybirliği/oy çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Recep POLAT İmza:

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Adem KENAN İmza:

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Zekai AYIK İmza:

Yukarıdaki Yüksek Lisans Tezi Enstitü Yönetim Kurulunun / / 20.... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Kemal Volkan ÖZDOKUR

Enstitü Müdür V.

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, şekil ve tabloların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

Bilimsel Etiğe Uygunluk Sayfası

“STEAM Eğitimi Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin İklim Değişikliği Farkındalığı Üzerindeki Etkisini İncelenmesi ” isimli “Yüksek Lisans” tezim tarafımca intihal tespit programı ile incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim.

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiğı gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim. 17/06/2025

(İmza)

Murat ÖZTÜRK

ÖZET

STEAM EĞİTİMİ YAKLAŞIMININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ FARKINDALIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Murat ÖZTÜRK

**Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Adem KENAN

2025, 110 sayfa

Bu çalışma, ortaokul öğrencilerine yönelik STEAM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) tabanlı bir iklim değişikliği eğitiminin, öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bingöl ilinde bir devlet okulunda gerçekleştirilen araştırmada, ön-test-son-test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. 60 öğrenci (deney=30, kontrol=30) rastgele iki gruba atanmış; veri temizliği ve uç değerlerin çıkarılması sonrası analizler 54 öğrenciyle yürütülmüştür. Deney grubuna araştırmacı tarafından geliştirilen STEAM temelli öğretim programı, kontrol grubuna ise MEB'in mevcut iklim değişikliği müfredatı uygulanmıştır. Öğrencilerin farkındalık düzeyleri, geçerli ve güvenilir bir ölçekle (İDFÖ) ön ve son testlerde ölçülmüştür. Veriler, parametrik test varsayımlarının sağlandığı ve Levene testiyle varyans homojenliği doğrulandığı için bağımsız ve bağımlı örneklem t-testleriyle analiz edilmiştir. Sonuçlar, deney grubunun son test puanlarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek düzeyde arttığını göstermiştir ($t=6.04$, $p<.001$; Cohen's $d=1.64$). Ayrıca, her iki grup içinde de anlamlı gelişmeler izlenmiş, ancak STEAM tabanlı eğitimin etki büyüklüğü ve tutarlılığı daha yüksek bulunmuştur. Bulgular, STEAM yaklaşımının iklim eğitimi bağlamında etkili bir pedagojik strateji sunduğunu ve öğrencilerin iklim farkındalığını artırmada önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği eğitimi, iklim değişikliği farkındalığı, STEAM yaklaşımı.

ABSTRACT

EXAMINING THE EFFECT OF STEAM EDUCATION APPROACH ON CLIMATE CHANGE AWARENESS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Murat ÖZTÜRK

MASTER'S THESIS, ERZINCAN BINALI YILDIRIM UNIVERSITY, INSTITUTE OF SCIENCE, DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION,

Advisor: Asst. Prof. Dr. Adem KENAN

2025, 110 pages

This study aims to examine the impact of a STEAM-based (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) climate change education program on middle school students' awareness of climate change. The research was conducted in a public school located in Bingöl, Türkiye, using a pre-test–post-test control group experimental design. A total of 60 students (experimental = 30, control = 30) were randomly assigned to two groups; after data cleaning and removal of outliers, analyses were carried out with 54 students. The experimental group received a STEAM-based instructional program developed by the researcher, while the control group was taught using the existing Ministry of National Education (MoNE) curriculum on climate change. Students' awareness levels were measured using a valid and reliable Climate Change Awareness Scale (CCAS) administered as both pre- and post-tests. Since parametric test assumptions were met and homogeneity of variances was confirmed with Levene's test, the data were analyzed using independent and paired sample t-tests. The results showed that the post-test scores of the experimental group increased significantly and were statistically higher than those of the control group ($t = 6.04, p < .001$; Cohen's $d = 1.63$). Moreover, although both groups exhibited significant improvements, the STEAM-based education demonstrated greater effect size and consistency. The findings indicate that the STEAM approach offers an effective pedagogical strategy in the context of climate education and plays a significant role in enhancing students' climate change awareness.

Keywords: Climate change education, climate change awareness, STEAM approach

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının hazırlanmasında bilgi, tecrübe ve desteğini esirgemeyen, akademik gelişimime yön veren değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi **Adem KENAN**'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Kendisinin yol göstericiliği, sabrı ve yapıcı geri bildirimleri bu çalışmanın her aşamasında büyük katkı sağlamıştır. Öğrenim hayatım boyunca tanıdığım en nezaket sahibi hocalardan biri olan, bilgeliği ve insani yaklaşımıyla her zaman örnek aldığım **Prof. Dr. Recep POLAT**'a da şükranlarımı sunarım. Varlığı ve duruşuyla üzerimde kalıcı bir etki bırakmıştır. Ayrıca araştırma sürecine gönüllü olarak katılan ve bu çalışmanın gerçekleşmesine olanak tanıyan tüm öğrencilerime teşekkür ederim. Katılımları, samimiyetleri ve öğrenme istekleri bu çalışmanın anlamını daha da derinleştirmiştir. Bu süreçte yanımda olan, manevi desteklerini esirgemeyen, sabırları ve sevgileriyle her zaman güç veren değerli aileme sonsuz teşekkür ederim. Varlıkları, her zaman en büyük motivasyon kaynağım olmuştur. İyi ve kötü günlerimde yanımda olan, desteğini ve dostluğunu her zaman hissettiren kıymetli arkadaşlarıma da gönülden teşekkür ederim. Paylaştığımız anlar, bu yolculuğu daha anlamlı ve unutulmaz kılmıştır. Yüksek lisans yolculuğuna adım atmamda en büyük ilham kaynağı olan, her zaman yanımda hissettiğim değerli kadim dostum **Murat DEMİR**'e de özel bir teşekkür borç bilirim. Yolumu aydınlatan tavsiyeleri ve yürekten desteği bu sürecin başlangıcında çok kıymetli olmuştur. Emek veren, destek olan ve katkı sunan herkese şükranlarımı sunarım.

Murat ÖZTÜRK

Haziran, 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	1
1.2. Araştırmanın Gerekçesi.....	5
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırma Problemi	7
1.5. Araştırma Soruları ve Hipotezleri	7
1.6. Araştırmanın Varsayımları	8
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları	9
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	11
2.1. STEAM Eğitimi	11
2.1.1. Dünyada STEAM Eğitimi	12
2.1.2. Türkiye’de STEAM Eğitimi.....	15
2.2. İklim Değişikliği Eğitimi	17
2.3. STEAM ve İklim Değişikliği Eğitiminin Entegrasyonu	19
2.4. Disiplinlerarası Yaklaşımın Önemi	21
2.5. STEAM Eğitiminin İklim Değişikliği Üzerindeki Etkisi.....	25
2.6. Eğitim Teknolojilerinin Rolü	27
2.7. Öğrenme Teorileri	29
3. YÖNTEM.....	32
3.1. Araştırma Deseni	32
3.1.1. İç geçerlik değerlendirmesi	34
3.1.2. Dış geçerlik ve ekolojik uygunluk	34
3.2. Katılımcılar.....	35
3.2.1. Etik İlkeler ve Onam	35
3.3. Uygulama Süreci	36
3.3.1. Program akışı.....	36
3.3.2. Öğretmen hazırlığı ve kaynak lojistiği	38
3.3.3. Ölçme aracı — İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği (İDFÖ).....	39

3.3.4. Ölçeğin geliştirme süreci.....	39
3.3.5. Madde biçimi ve kuramsal yapı	39
3.3.6. Yapı geçerliği	40
3.3.7. Güvenirlik.....	40
3.3.8. Uygulama ve bu çalışmadaki psikometrik bulgular	40
4. BULGULAR	41
4.1. Veri Temizliği ve Ön-İşleme.....	41
4.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-test ve Son-test Karşılaştırması.....	42
4.3. Grup İçi Gelişim Analizleri (Bağımlı Örneklem t-Testi).....	44
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	47
5.1. STEAM Programının Etkililiği	47
5.2. ÇEİD Programlarının Etkililiği ve Karşılaştırmalı Değerlendirme.....	48
5.3. Sanatsal Uygulamalar ve Yaratıcılığın STEAM Programındaki Rolü.....	50
5.4. Proje ve Problem Temelli Öğrenmenin Etkisi: STEAM ve Senaryo Temelli Uygulamalar	51
5.5. Yöntemsel Değerlendirme ve Sınırlılıklar	53
5.6. Politika ve Uygulama Önerileri.....	54
5.7. Sonuç ve Gelecek Araştırmalar İçin Çıkarımlar	55
KAYNAKÇA	56
EKLER	69
Ek A. Etik Kurul Onayı.....	69
Ek B. İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği	70
Ek C. Kurum Onayı.....	71
Ek D. Uygulanan Etkinlikler ve Program	72
Ek E. Çalışmalardan Bazı Fotoğraflar.....	89
ÖZGEÇMİŞ	99

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Desenin kuramsal dayanakları	33
Tablo 2. Deneysel desenin sınıflandırılması	34
Tablo 3. Seçilmiş İç Geçerlik Tehditleri ve Alınan Önlemler	34
Tablo 4. Katılımcıların grup ve sınıf düzeyine göre dağılımı	35
Tablo 5. Uygulama süreci programı.....	37
Tablo 6. Ön-test ve son-test verilerinin betimleyici istatistikleri ve normal dağılım testi sonuçları	42
Tablo 7. Son-test puanları için levene testi	42
Tablo 8. Deney ve kontrol gruplarının son-test puanları için bağımsız örneklem t-testi	43
Tablo 9. Gruplar arası etki büyüklükleri	43
Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-test ve Son-test Betimleyici İstatistikleri.	44
Tablo 11. Bağımlı örneklem t-testi sonuçları.....	45
Tablo 12. Grup içi etki büyüklükleri	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. STEAM Piramidi

Şekil 2. Uygulama Sürecinin Aşamaları ve Modüllerin Detaylı Akışı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

STEAM	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik
STEM	Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
SDG	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MEM	Milli Eğitim Müdürlüğü
CCE	İklim Değişikliği Eğitimi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
EDUSIMSTEAM	Okullarda STEAM Eğitiminin Teşvik Edilmesi
ÇEİD	Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği
KGİ	Kapsam Geçerlilik İndeksi
AFA	Açımlayıcı Faktör Analizi
DFA	Doğrulayıcı Faktör Analizi
İDFÖ	İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği
IQR	Çeyrekler arası aralık
O1	Müdahale öncesi ölçüm
O2	Müdahale sonrası ölçüm
$\bar{\chi}$	Aritmetik ortalama
χ^2	Ki-kare testi
p	Anlamlılık değeri
Ss	Standart sapma
sd	Serbestlik derecesi
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Son on yıllarda dünya, çevresel bozulmanın hızlandığı, küresel iklim değişikliğinin etkilerinin toplumsal ve bireysel yaşamda daha derinden hissedildiği bir döneme tanıklık etmektedir. İklim değişikliği yalnızca doğa ile ilgili bir sorun olarak kalmayıp; ekonomi, sağlık, gıda güvenliği, toplumsal eşitlik ve sürdürülebilir kalkınma gibi pek çok alanı da doğrudan tehdit eden karmaşık ve çok katmanlı bir kriz olarak tanımlanmaktadır (O'Brien ve Leichenko, 2021; Vicente, Llinares ve Sánchez, 2020). Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA), küresel ölçekte sürdürülebilirliği somut bir çerçevede ele almaktadır. Bu amaçlar arasında yer alan SKA 13.3, iklim değişikliğine karşı bireylerin ve kurumların farkındalık, bilgi ve becerilerini artırmayı doğrudan hedeflemektedir (United Nations, 2025). SKA 13.3'ün bu hedefi, eğitim sistemlerinin görev ve sorumluluk alanını da köklü biçimde genişletmiştir. Artık eğitim, klasik bilgi aktarımı anlayışının ötesine geçerek, öğrencilerin eleştirel düşünme, etik sorumluluk, problem çözme ve inovatif bakış açısı geliştirmelerini sağlayacak disiplinlerarası modellerin hayata geçirilmesini zorunlu kılmaktadır (UNESCO, 2021; Monroe vd., 2019).

İklim değişikliğiyle mücadelede eğitimin dönüştürücü gücü, bu hedeflerde açıkça belirtilmekte; bireylerin ve toplulukların çevresel farkındalık geliştirmesini, iklim etkilerine uyum sağlamasını ve bu etkileri azaltmaya yönelik beceriler kazanmasını amaçlayan eğitim programlarının önemi giderek artmaktadır (Latchem, 2018).

Eğitim, bireyleri iklim değişikliğine uyum sağlamak için gerekli bilgi ve becerilerle donatarak, SKA hedeflerinin gerçekleştirilmesinde hayati bir rol üstlenmektedir. Bunun yanı sıra, çevresel kaygıları ele alarak, gelecek nesillerin refahını güvence altına alacak farkındalığı artırmakta ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasını desteklemektedir. (Abd Elkhalek, 2021).

İklim değişikliği eğitimi, bireylerin iklim krizinin etkilerini anlamalarını ve bu etkilerle etkili biçimde başa çıkmalarını sağlamanın yanı sıra, onları bilgi, beceri, değer ve tutumlarla donatarak toplumsal değişimin aktif öznesi haline getirmeyi amaçlamaktadır. UNESCO, bu eğitimi sürdürülebilir kalkınma için eğitimin temel bileşenlerinden biri olarak konumlandırmakta ve küresel düzeyde teşvik etmektedir. Uluslararası toplum da iklim değişikliğiyle mücadelede eğitimin kritik rolünü kabul etmekte; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Paris Anlaşması ve buna bağlı İklim Güçlendirme Eylemi

(ACE) gündemi doğrultusunda, hükümetleri tüm paydaşları kapsayan kapsayıcı, bilinçlendirici ve güçlendirici eğitim politikaları geliştirmeye çağırılmaktadır (UNESCO, 2023). Esakkimuthu ve Banupriya (2023), kapsamlı iklim değişikliği eğitiminin tüm eğitim kademelerinde müfredata entegre edilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Çalışma, erken yaşlarda yapılandırılmış eğitim müdahalelerinin, öğrencilerin kavramsal anlayışını geliştirmenin yanı sıra çevre dostu davranışları teşvik ederek, iklimle ilgili kalıcı davranış değişimlerine zemin hazırlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, eğitimde yaşanan paradigma değişiminin dikkat çekici örneklerinden biri, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yaklaşımının sanat (Art) ile bütünleşerek STEAM modeline dönüşmesidir. STEAM yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca fen ve matematik alanlarında değil, aynı zamanda yaratıcılık, kültürel duyarlılık ve sanatsal ifade becerilerinde de gelişimini hedefleyen, bütüncül ve yenilikçi bir pedagojidir (Yakman ve Lee, 2012; Henriksen, 2014). Disiplinlerarası işbirliğini merkeze alan STEAM modeli, öğrencilere yalnızca bilgi yüklemenin ötesine geçip, onları toplumsal sorunlara duyarlı, yaratıcı ve çözüm odaklı bireyler olarak yetiştirmeyi amaçlar (Chappell vd., 2025; Bequette ve Bequette, 2012).

Özellikle iklim değişikliği gibi “karmaşık” (wicked problems) olarak tanımlanan sorunların öğretiminde, STEAM tabanlı programların hem uluslararası hem ulusal bağlamda giderek daha çok tercih edilmesinin temelinde bu bütüncül bakış açısı yatmaktadır (Bentz, 2020). Sanat, STEAM içinde yalnızca bir estetik unsur değil, aynı zamanda öğrencilerin bilimsel kavramları somutlaştırmasını, empati ve etik duyarlılık geliştirmesini sağlayan kritik bir boyut olarak öne çıkar (Segarra vd., 2018). Bu sayede STEAM, öğrencilerin çevre sorunlarına yenilikçi çözümler geliştirme ve toplumsal katılım gibi alanlarda derinleşmesine olanak tanır.

Nitekim güncel uluslararası araştırmalar, STEAM tabanlı eğitim programlarının öğrencilerde iklim okuryazarlığı, çevresel farkındalık, sürdürülebilir davranış ve aktif yurttaşlık gibi üst düzey çıktılarda klasik yöntemlere göre daha güçlü ve kalıcı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (Baek vd., 2022; Choi vd., 2021; Hurley ve Roche, 2023). Proje tabanlı ve uygulamalı öğrenme süreçlerinde öğrenciler, disiplinlerarası yaklaşımla gerçek yaşam problemlerini analiz ederek eleştirel, yaratıcı ve etik temelli çözüm yolları üretebilmektedir (Jantakun vd., 2021). Bu noktada dijital hikâye anlatımı, artırılmış gerçeklik, sanal laboratuvarlar gibi teknolojik araçlar, STEAM programlarının hem erişilebilirliğini hem de motivasyonel gücünü artırmaktadır (Cisneros vd., 2023; Kluczkovski vd., 2021).

STEAM yaklaşımının başarısı, yalnızca bireysel düzeyde bilgi ve beceri kazanımı ile sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda toplumsal sorumluluk, etik değerler, iklim adaleti ve sistem düşüncesi gibi çok boyutlu yetkinliklerin öğrencilerde gelişimine de doğrudan katkı sunmaktadır (Dupigny-Giroux, 2010; Frey vd., 2023; Littrell vd., 2020). Bu bakış açısı, iklim değişikliği eğitiminin yalnızca bilimsel değil, toplumsal ve ahlaki boyutunu da vurgulamaktadır.

Türkiye’de de son yıllarda STEAM yaklaşımının önemi artmış; Milli Eğitim Bakanlığı’nın seçmeli “Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği” dersi, TÜBİTAK projeleri, uluslararası ağlar ve öğretmen eğitim programları aracılığıyla uygulama alanı bulmuştur (Barak ve Gonencgil, 2020; Gülhan ve Şahin, 2018; Gülhan, 2022). TEMA Vakfı’nın İklim Değişikliği Farkındalık Projesi, yıl sonu itibarıyla 3.000 okulda 150.000 öğrenciye ulaşarak önemli bir etki alanı oluşturmuştur (TEMA, 2025). Ancak Türkiye’nin iklim değişikliğine karşı yüksek düzeyde savunmasız oluşu, özellikle eğitim yoluyla iklim okuryazarlığının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu noktada, öğrencilerde farkındalık ve eylem düzeyini artırmak adına hükümet destekleri ve ulusal eğitim politikalarının kritik bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Unal, 2023). Öte yandan, öğretmen adaylarıyla yapılan bir profil analizinde, katılımcıların yalnızca %32’sinin iklim biliminin temel süreçlerine yüksek düzeyde hâkim olduğunu ifade etmesi, öğretmen yeterliklerinin de geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (World Bank Türkiye Profili, 2023). Ulusal çalışmalar, STEAM temelli programların öğrencilerin yalnızca akademik başarılarında değil, çevresel duyarlılık, empati, yaratıcılık ve işbirliği gibi 21. yüzyıl becerilerinde de anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir (Ültay, Emeksiz ve Durmuş, 2020). Ancak, özellikle ortaokul düzeyinde deneysel olarak tasarlanmış, bütüncül STEAM tabanlı iklim eğitimi modellerinin sınırlı olduğu ve uygulama sürecinin çok katmanlı çıktılar açısından detaylı analiz edilmediği görülmektedir.

Bu bütünsel çerçeveye bakıldığında, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi; bireylerin bilgi, tutum ve davranış düzeyinde dönüşümünü destekleyen; etik, yaratıcı ve toplumsal sorumluluk odaklı bir yaklaşım olarak çağdaş eğitimin merkezine yerleşmiştir. Araştırmalar, bu tür programların yalnızca öğrencilerde değil, öğretmenlerin mesleki gelişimi ve eğitim politikalarının şekillenmesi açısından da stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir (Boice vd., 2021; Karaaslan, 2025; Parmak ve Semiz, 2024).

Bu araştırma, iklim değişikliğiyle mücadelede eğitimin önemine odaklanarak, STEAM tabanlı yaklaşımların ortaokul düzeyinde uygulanabilirliğini incelemekte ve alana özgün katkılar sunmaktadır. İklim değişikliği eğitimi, bireylerin erken yaşta bilimsel bilgi, eleştirel düşünme ve çevresel sorumluluk becerileri kazanmasını sağlayarak sürdürülebilir yaşam alışkanlıklarının gelişmesine katkı verir. Türkiye’de bu yaş grubuna yönelik yapılandırılmış STEAM temelli programların sınırlı olması, çalışmanın önemini artırmaktadır. Araştırma, öğrencilerin bilgi, tutum ve davranış gelişimini değerlendirmenin yanı sıra öğretmen yeterlikleri ve eğitim politikaları açısından da yol gösterici olacaktır.

Bu araştırmanın temel verisi, ortaokul öğrencilerine uygulanan STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı ile geleneksel müfredat arasındaki farkındalık düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilmiş iklim değişikliği farkındalık ölçeğinin ön-test ve son-test sonuçlarından oluşmaktadır. Elde edilen nicel veriler, istatistiksel analizlerle değerlendirilecek ve STEAM tabanlı eğitimin iklim değişikliği farkındalığı üzerindeki etkisinin anlamlılığı ortaya konacaktır. Böylece araştırma sorusuna dayanak oluşturacak somut ve ölçülebilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

Aşağıda araştırmanın gerekçesi, önemi ve amacı ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen ve yapılandırılmış STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programının, öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı düzeyleri üzerindeki etkisini deneysel ve karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktır. Araştırmada, STEAM yaklaşımının disiplinlerarası, bütüncül ve uygulama temelli yapısı ile klasik müfredatın bilgi aktarımına dayalı yöntemleri arasındaki etkililik farkı bilimsel olarak incelenmektedir.

Dünya genelinde iklim değişikliğinin etkileri giderek daha görünür ve gündelik yaşamı tehdit edici hale gelmektedir (UNESCO, 2021; Monroe vd., 2019). Bu bağlamda, bireylerin erken yaşlardan itibaren iklim değişikliği konusunda kavramsal farkındalık kazanması, toplumsal dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma için kritik öneme sahiptir. Ancak, geleneksel eğitim uygulamaları çoğu zaman öğrencilerin çevre ve iklim konularında yüzeysel bilgiyle sınırlı

kalmasına neden olmakta, derinlemesine ve kalıcı bir farkındalık gelişimini desteklememektedir (Birkeland, Hagen ve Ødegaard, 2024; Gülhan, 2022).

Bu araştırmada odaklanılan STEAM tabanlı eğitim yaklaşımı, bilimsel, teknolojik, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerinin bütünleşik olarak ele alındığı, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözme süreçlerine aktif olarak katıldığı çağdaş bir pedagojik modeldir (Yakman ve Lee, 2012; Chappell vd., 2025). Araştırma kapsamında geliştirilen STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı, öğrencilerin kavramsal düzeyde iklim değişikliği ile ilgili bilgi, anlayış ve farkındalıklarını artırmaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu programda, öğrencilerin aktif katılımı, sorgulama temelli öğrenme, disiplinlerarası bağlantı kurma ve problem çözme gibi üst düzey beceriler geliştirmesi hedeflenmektedir.

Araştırmanın özgün değeri, Türkiye’de ortaokul düzeyinde, kontrollü ve deneysel bir desenle uygulanan, yalnızca iklim değişikliği farkındalığı çıktısına odaklanan ve STEAM tabanlı olarak tasarlanmış bir programın etkisini somut olarak ölçmesiyle ilgilidir. Çalışma kapsamında deney grubuna STEAM tabanlı program uygulanırken, kontrol grubu klasik müfredata göre eğitim almıştır. Araştırmanın bulguları, iki grup arasındaki farkı istatistiksel olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırmanın amacı; ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliğiyle ilgili kavramsal farkındalık düzeylerinin artırılmasında STEAM tabanlı eğitimin geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla ne ölçüde etkili olduğunu ortaya koymak ve bu doğrultuda çevre ve iklim eğitimi alanına bilimsel katkı sunmaktır.

1.2. Araştırmanın Gerekçesi

Literatür incelendiğinde, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin öğrenci merkezli, bütüncül ve uygulama temelli bir model olarak küresel çapta yaygınlaşmakta olduğu, ancak Türkiye bağlamında özellikle ortaokul öğrencilerine yönelik uygulamaların sayıca sınırlı kaldığı görülmektedir (Barak ve Gonencgil, 2020; Gülhan ve Şahin, 2018; Gülhan, 2022). Mevcut öğretim programlarında çevre ve iklim eğitimi çoğunlukla teorik bilgi aktarımıyla sınırlı kalırken; davranışsal dönüşüm, eleştirel ve yaratıcı düşünme ile toplumsal katılım boyutlarının uygulama içinde yeterince yer bulmadığı tespit edilmektedir (Ültay, Emeksiz ve Durmuş, 2020).

Ayrıca, ulusal ve uluslararası çalışmalarda, STEAM yaklaşımıyla tasarlanmış bütüncül programların öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı, sürdürülebilirlik tutumu ve aktif yurttaşlık davranışları üzerindeki etkilerinin, geleneksel yöntemlere kıyasla daha güçlü olduğu kanıtlanmıştır (Baek vd., 2022; Choi vd., 2021; Hurley ve Roche, 2023). Ancak, Türkiye'de bu konuda özellikle ortaokul düzeyinde, deney ve kontrol gruplu, çok boyutlu çıktılarının detaylı analiz edildiği çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir. Bu nedenle, özgün bir STEAM tabanlı program geliştirmek ve etkisini çok yönlü olarak değerlendirmek hem literatürdeki boşluğun giderilmesi hem de eğitim politikaları ve uygulamaları için bilimsel bir dayanak oluşturacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Küresel ölçekte iklim değişikliği, sadece ekosistemlerin değil, toplumların refahı ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin de temel tehditlerinden biri haline gelmiştir. Toplumsal dönüşüm için bireylerin iklim değişikliğiyle ilgili temel kavramları ve güncel bilimsel gelişmeleri kavraması, kritik öneme sahiptir (UNESCO, 2021). Ancak araştırmalar, çevre eğitiminin çoğunlukla bilgi aktarımına dayandığını ve öğrencilerin iklim değişikliğiyle ilgili temel kavramsal farkındalıklarının yeterince gelişmediğini göstermektedir (Birkeland, Hagen ve Ødegaard, 2024; Monroe vd., 2019).

Son yıllarda STEAM (fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik) yaklaşımı, özellikle disiplinlerarası ve uygulama temelli yapısı sayesinde öğrencilerin hem kavramsal anlamda hem de üst düzey düşünme becerileri bakımından gelişimini destekleyen etkili bir pedagojik model olarak öne çıkmıştır (Yakman ve Lee, 2012; Chappell vd., 2025). STEAM'in "bütüncül öğrenme" anlayışı sayesinde öğrenciler, çevre ve iklimle ilgili karmaşık problemleri çoklu bakış açısıyla analiz edebilmekte ve kavramsal bağlantılar kurabilmektedir (Gülhan, 2022).

Türkiye bağlamında ise, özellikle ortaokul öğrencilerine yönelik, deneysel ve karşılaştırmalı olarak tasarlanmış STEAM tabanlı iklim eğitimi uygulamaları sınırlı sayıda olup, mevcut çalışmaların çoğu ya yalnızca geleneksel çevre müfredatının etkilerini ya da genel tutum ve davranış düzeylerini incelemektedir (Gülhan ve Şahin, 2018). Bu nedenle, yalnızca "iklim değişikliği farkındalığı" üzerine odaklanan, gerçek bir deneysel modelle yürütülen ve bulguları uluslararası literatürle karşılaştırılabilen çalışmaların sayısı azdır. Bu araştırma, özgün STEAM tabanlı programın yalnızca bilgi ve farkındalık boyutundaki etkisini nesnel olarak ölçerek, hem

mevcut bilimsel boşluğu doldurmakta hem de çevre ve iklim eğitimi alanında yenilikçi pedagojik yaklaşımlar için politika yapıcı ve uygulayıcılara kanıt temelli öneriler sunmaktadır.

1.4. Araştırma Problemi

Günümüzde, iklim değişikliğiyle mücadelede bireylerin bilgi düzeylerinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Ancak, geleneksel eğitim uygulamaları öğrencilerde beklenen düzeyde iklim değişikliği farkındalığı oluşturmakta çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Disiplinlerarası ve bütüncül bir yaklaşım sunan STEAM tabanlı programların, öğrencilerin bu alandaki kavramsal farkındalığı üzerinde anlamlı bir etki yaratıp yaratmadığı ise hem ulusal hem de uluslararası literatürde önemli bir araştırma sorusudur. Bu doğrultuda temel araştırma problemi şu şekilde ifade edilebilir:

“Ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirilen STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı, öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı düzeylerinde geleneksel müfredata kıyasla anlamlı bir artış sağlamakta mıdır?”

1.5. Araştırma Soruları ve Hipotezleri

Çalışmanın amacına ve problemine uygun olarak aşağıdaki araştırma soruları ve hipotezleri oluşturulmuştur:

- a) Deney grubunda uygulanan STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı, öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı düzeylerinde anlamlı bir artış sağlamış mıdır?

Hipotez 1 (H₁): STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi uygulanan deney grubunun son-test puanları, standart çevre ve iklim değişikliği eğitimi uygulanan kontrol grubunun son-test puanlarından anlamlı düzeyde yüksek olacaktır (H₀: İki grup arasında fark yoktur)

- b) Kontrol grubunda (standart çevre ve iklim değişikliği eğitimine devam eden öğrencilerde) iklim değişikliği farkındalığı düzeyinde anlamlı bir değişim gözlenmiş midir?

Hipotez 2 (H₂): Deney grubundaki öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık ölçeği puanları, eğitim öncesi (ön-test) ve eğitim sonrası (son-test) ölçümleri arasında anlamlı düzeyde artış gösterecektir (H₀: Ön-test ve son-test puanları arasında fark yoktur).

- c) STEAM tabanlı program uygulanan deney grubu ile standart çevre ve iklim değişikliği eğitimi uygulanan kontrol grubu öğrencilerinin son-test iklim değişikliği farkındalığı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Hipotez 3 (H₃): Kontrol grubundaki öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık ölçeği puanları, eğitim öncesi (ön-test) ve eğitim sonrası (son-test) ölçümleri arasında anlamlı düzeyde artış gösterecektir (H₀: Ön-test ve son-test puanları arasında fark yoktur).

1.6. Araştırmanın Varsayımları

- a. **Ölçme aracının psikometrik özellikleri:** Bu çalışmada kullanılan “iklim değişikliği farkındalığı ölçeği”nin, literatürde geçerliği ve güvenilirliği kanıtlanmış bir ölçme aracı olduğu, çalışma grubunun kültürel ve yaş özelliklerine uygun olarak işlediği varsayılmıştır. Ölçek, öğrencilerin kavramsal düzeyde iklim değişikliği bilgisini ve farkındalığını nesnel olarak ölçmektedir.
- b. **Katılımcı yanıtlarının dürüstlüğü:** Tüm katılımcıların (öğrencilerin) ön test ve son test uygulamalarında anket ve test sorularına içten, doğru ve gönüllü biçimde yanıt verdiği varsayılmaktadır. Herhangi bir sosyal istenilirlik etkisi, arkadaş etkisi, aile yönlendirmesi veya uygulayıcıya “beklentiyi karşılama” çabası olmadığı kabul edilmiştir.
- c. **Gruplar arası başlangıç benzerliği:** Deney ve kontrol gruplarının iklim değişikliği farkındalığı açısından uygulama öncesinde (ön testte) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ve başlangıç düzeylerinin benzer olduğu varsayılmıştır. Bu, uygulama sonrası farkın yalnızca programa atfedilebilmesini sağlamaktadır.
- d. **Random/sistemik atama ve homojenlik:** Araştırmaya katılan öğrencilerin deney ve kontrol gruplarına atanmasının tesadüfi ve tarafsız biçimde gerçekleştirildiği, örneklemin araştırma grupları arasında demografik, sosyoekonomik ve bilişsel açıdan homojen dağıldığı varsayılmıştır. Bu şekilde elde edilen sonuçların içsel geçerliliği yüksek kabul edilmiştir.
- e. **Uygulama sürecinin standartlığı:** STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı, uygulama planına uygun biçimde, müdahale edilmeden ve tüm öğrenciler için aynı içerik ve yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın bütünlüğü ve sürekliliği araştırmacı tarafından izlenmiştir.

- f. **Dışsal müdahalelerin olmaması:** Uygulama süresince, öğrencilerin okul içi/dışı başka çevre eğitimi, iklim değişikliğiyle ilgili medya içerikleri, sosyal etkinlikler veya projelere dahil olmamış ya da bu tür dışsal etkilere maruz kalmamış olduğu varsayılmıştır. Farkındalık düzeylerindeki değişim yalnızca araştırmadaki programdan kaynaklanmaktadır.
- g. **Araştırmacı ve uygulayıcı etkisinin sınırlılığı:** Araştırmacı ve/veya uygulayıcıların tutumu, yönlendirmesi ya da beklentileri, öğrencilerin cevapları veya uygulama sürecinde anlamlı bir etki oluşturmamıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

- a. **Örneklem sınırlılığı ve genel geçerlik:** Araştırmanın örneklemini, yalnızca belirli bir ilin/ilçenin devlet ortaokullarında öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır. Elde edilen bulgular, farklı coğrafi bölgeler, kırsal/kentsel okullar, özel okullar veya farklı yaş gruplarına doğrudan genellenemez. Farklı sosyo-kültürel ve ekonomik bağlamlarda benzer uygulamaların farklı sonuçlar doğurabileceği dikkate alınmalıdır.
- b. **Uygulama süresi ve programın kapsamı:** STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programı, belirli bir süre (ör. 8 hafta veya 16 saatlik ders) boyunca uygulanmıştır. Programın uzun vadeli etkileri, kalıcılık (follow-up) ölçümleri veya farklı sürelerle uygulandığında oluşabilecek farklar araştırma kapsamı dışında kalmıştır.
- c. **Yalnızca farkındalık boyutuna odaklanma:** Araştırma, sadece öğrencilerin iklim değişikliği farkındalığı düzeylerindeki değişimi ölçmüştür. Tutum, davranış, değer, motivasyon, eleştirel düşünme, problem çözme gibi diğer çıktı ve alt boyutlar değerlendirilmemiştir. Öğrencilerin öğrendiklerini günlük yaşama aktarma, eyleme dönüştürme veya tutum/algı düzeyinde değişim gösterip göstermedikleri analiz edilmemiştir.
- d. **Ölçme araçlarının sınırlılığı:** Kullanılan farkındalık ölçeği, iklim değişikliğine dair belirli kavramsal alan ve düzeyleri kapsamaktadır. Ölçek kapsamı dışında kalan bilgi ve beceri alanları (örneğin yerel/ulusal politika farkındalığı, çevresel etik) araştırma dışındadır. Ayrıca, yalnızca öz-bildirim temelli testler kullanılmıştır; alternatif ölçme-değerlendirme araçları (örneğin açık uçlu sorular, mülakatlar, performans görevleri) uygulanmamıştır.
- e. **Veri toplama araçlarında yanlılık:** Anket ve test uygulamaları, bireysel ve toplu (sınıf ortamında) uygulanmıştır. Öğrencilerin soruları yanıtlamasında dikkat dağınıklığı,

yorgunluk, motivasyon eksikliği veya grup dinamiği kaynaklı yanıt sapmaları oluşmuş olabilir.

- f. **Çevresel ve sosyal dış etkenler:** Uygulama dönemi boyunca öğrenciler, okul dışı çevresel olaylar, toplumsal tartışmalar veya aile/medya kaynaklı bilgi ve deneyimlerden etkilenmiş olabilir. Bu gibi kontrol dışı faktörler, farkındalık düzeylerinde program dışı değişimlere yol açmış olabilir.
- g. **Araştırmacı ve uygulayıcı değişkeni:** Programın uygulanmasında farklı öğretmen/araştırmacıların bulunması durumunda uygulama biçimi, açıklık, motivasyon ve pedagojik yaklaşım değişkenlik gösterebilir. Bu durum, uygulama sonuçlarını dolaylı biçimde etkilemiş olabilir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.1. STEAM Eğitimi

STEAM Eğitimi (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) disiplinler arası bir bakış açısıyla öğrencilere ileri düzey bilgi ve becerileri kazandırmayı hedefleyen ve tüm eğitim öğretim sürecini kapsayan, teknoloji tabanlı bir öğrenme yaklaşımıdır.

STEAM Eğitimi artık bütün dünya ülkeleri için bir zorunluluk haline gelmiştir. Gelişmiş ülkeler sanayi devrimiyle ortaya çıkan eğitim sisteminden vazgeçip, eğitim sistemlerini STEAM eğitimine dayandırmayı hedeflemektedirler. Bunun nedeni son yıllarda bilgi toplumunda emek ve kas gücünden çok zihinsel süreçlerin ve üretim becerilerinin artırılmasının zorunluluk olarak görülmesidir.

Günümüzün hızlı teknolojik ve toplumsal dönüşümleri, eğitimde disiplinler arası yaklaşımların önemini artırmaktadır. Bu bağlamda öne çıkan STEAM eğitimi; bilim (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering), sanat (Art) ve matematik (Mathematics) disiplinlerini bir bütünlük içerisinde ele alarak öğrencilere bütünsel bir öğrenme deneyimi sunmayı amaçlamaktadır. STEAM yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca akademik bilgiyi edinmesini değil, aynı zamanda bu bilgileri kullanarak eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerini de hedeflemektedir (Wised ve Inthanon, 2024).

Wised ve Inthanon'un (2024) belirttiği gibi, STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi öğrencileri yalnızca bilgiyle donatmakla kalmaz, aynı zamanda onları karmaşık ve çok boyutlu gerçek dünya problemleri karşısında etkili ve yenilikçi çözümler üretebilecek bireyler olarak yetiştirir. Bu yönüyle STEAM, 21. yüzyıl becerileri olarak tanımlanan iletişim, iş birliği, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi yetkinliklerin kazanımını destekleyen önemli bir eğitim yaklaşımıdır.

Carević ve Todorov'a (2024) göre, STEAM eğitimi öğrencileri disiplinler arası becerilerle donatarak gerçek dünya problemlerine çözüm üretmelerini ve entelektüel meraklarını geliştirmelerini sağlar.

Kim (2021) tarafından vurgulandığı üzere, STEAM eğitiminde olumlu bir öğrenme ortamı; tasarım düşüncesini, iş birliğini ve öğrenci katılımını teşvik ederek bireylerin etkinlik düzeylerini ve akademik başarılarını artırmaktadır. Bu ortam, farklı deneyimlerin desteklenmesini ve teknolojinin entegrasyonunu sağlar. Ayrıca, esnek ve çok amaçlı öğrenme alanlarının oluşturulmasıyla kavramların ve becerilerin daha derinlemesine anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır.

Huang (2020), STEAM eğitiminin içsel ve dışsal motivasyonu artırarak olumlu bir öğrenme ortamı oluşturduğunu ve bunun öğrenme tutumlarının gelişimine katkı sağladığını belirtmektedir. Öğrencilerin problem çözme süreçlerine ve disiplinler arası entegrasyona daha aktif ve yaratıcı biçimde katıldıkları bu destekleyici atmosferin, öğrenme çıktılarını anlamlı ölçüde iyileştirdiği vurgulanmaktadır.

STEAM eğitiminin önemi, öğrencilerde yaratıcılığı, içsel motivasyonu ve problem çözme becerilerini geliştirme kapasitesinde yatmaktadır. Bu pedagojik yaklaşım, öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve disiplinler arası bağlamda ilgi çekici hâle getirerek öğrenci kaygısını azaltmada etkili olmaktadır. Aynı zamanda ekip çalışması, etkili iletişim ve yenilikçi düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini de teşvik etmektedir (Călin, 2022).

Nara ve Kumar (2024), STEAM eğitiminin öğrencilerde eleştirel, mantıksal ve sistematik düşünme becerilerini geliştirerek bireylerin küresel düzeyde rekabet edebilirliğini artırdığını vurgulamaktadır. Yazarlar, bu yaklaşımın çeşitli disiplinlerin entegrasyonunu sağlayarak deneyimsel öğrenmeyi teşvik ettiğini ve öğrencilerin çağdaş eğitim anlayışı doğrultusunda bilginin bütüncül yapısını anlamalarına katkı sunduğunu belirtmektedir.

STEAM eğitimi, öğrencilerin ekip çalışmasına dayalı ortamlarda birlikte öğrenmelerini teşvik ederek, fikirlerini paylaşmalarına ve birbirlerinden öğrenmelerine imkân tanımaktadır. Bu yönüyle, iş birliğini ve sosyal etkileşimi merkeze alan bir öğrenme süreci sunmaktadır (Cheung, 2024).

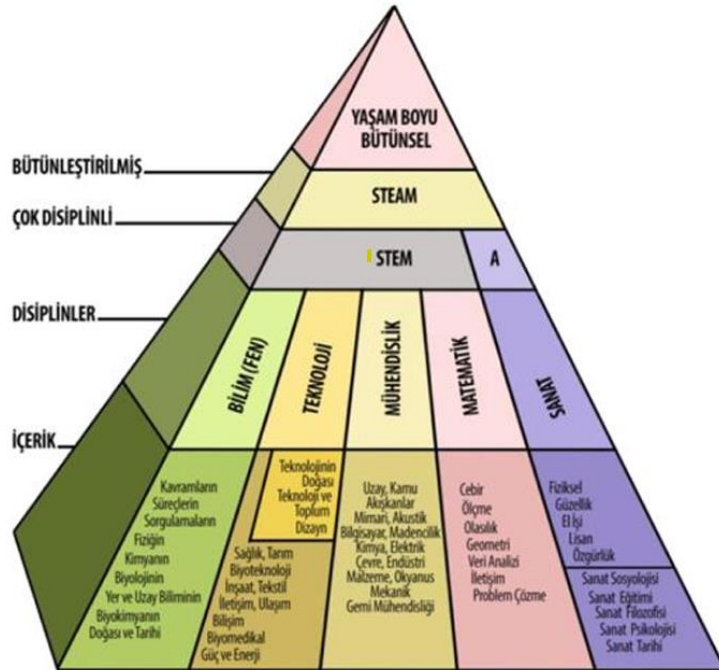
2.1.1. Dünyada STEAM eğitimi

STEM eğitimi, Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) STEM alanlarında çalışan birey sayısının yetersizliği ve öğrencilerin bu alanlara yönelik ilgilerinin düşük olması gibi sorunların

çözümüne yönelik bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, söz konusu sorunların özellikle K-12 düzeyindeki eğitim yoluyla giderilebileceği düşüncesi, STEM eğitiminin önemini ve gerekliliğini gündeme getirmiştir (Douglas, Iversen ve Kalyandurg, 2004).

STEM eğitimi, yalnızca bireysel düzeyde bir öğrenme yaklaşımı olmanın ötesinde, ülkelerin küresel ölçekteki rekabet gücünü artırma hedefiyle de ilişkilendirilmekte ve bu bağlamda stratejik bir önem taşımaktadır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu yaklaşım, öğrenci profillerinden öğretmen rolleri ve öğretim programlarına, hatta genel eğitim sistemlerine kadar uzanan geniş bir alanda disiplinler arası bir dönüşümü zorunlu kılmıştır. Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının birbirinden bağımsız biçimde değil, bütüncül ve ilişkilendirilmiş bir yapıda öğretilmesini savunan STEM eğitimi; dünya genelinde kabul gören ve pek çok ülkenin eğitim sistemine entegre edilen yenilikçi bir eğitim modeli haline gelmiştir.

STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerini bir araya getirerek öğrencilere disiplinler arası bir bakış açısı kazandırmayı amaçlar. Bu yaklaşım, problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi becerilerin gelişimini destekler (Yakman, 2008).



Şekil 1. STEAM Piramidi (Yakman, 2008)

Bu piramit, STEAM yaklaşımının disiplinler arası entegrasyonunu ve öğrenme sürecinin yapılandırılmasını görsel olarak ifade eder. Her katman, farklı disiplinleri ve öğrenme düzeylerini temsil eder:

Alt Katmanlar: Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering), Sanat (Arts) ve Matematik (Mathematics) gibi temel disiplinleri içerir.

Orta Katmanlar: Bu disiplinlerin entegrasyonunu ve çok disiplinli öğrenmeyi vurgular.

Üst Katman: Bütünsel ve yaşam boyu öğrenmeyi temsil eder.

Bu yapı, öğrencilerin farklı disiplinleri bir arada kullanarak problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmelerini hedefler.

STEM eğitimi, zaman içinde yalnızca bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla sınırlı kalmamış; sanat-tasarım, girişimcilik ve programlama gibi alanların katkısıyla disiplinler arası yapısını genişletmiştir (Akgündüz vd., 2015). Bu genişleme süreci içerisinde, özellikle Georgette Yakman tarafından geliştirilen STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) yaklaşımı, sanatı ve yaratıcılığı sürece entegre eden bir anlayışı beraberinde getirmiştir (Yakman, 2010). Bu yaklaşım, yalnızca STEM'e "A" harfinin eklenmesinden ibaret olmayıp, evrene ve olaylara daha bütüncül, yaratıcı ve estetik bir bakış açısıyla yaklaşmayı teşvik etmektedir.

STEM ile STEAM yaklaşımları birbirlerine üstünlük kurmaktan ziyade, farklı perspektiflere sahip modeller olarak değerlendirilmelidir. Bu iki yaklaşım arasındaki temel fark, genellikle "derinlik" (STEM) ile "genişlik" (STEAM) kavramlarıyla açıklanmaktadır. STEM daha çok analitik düşünme, problem çözme ve teknoloji temelli beceriler üzerinde yoğunlaşırken; STEAM, sanatsal yaratıcılığı ve estetik duyarlılığı da eğitim sürecine dâhil ederek öğrencilerin çok yönlü gelişimini hedeflemektedir.

Literatürde STEAM yaklaşımı, STEM düşüncesine kazandırdığı bütüncül bakış açısı sayesinde daha yeni ve yenilikçi bir alan olarak öne çıkmaktadır. STEM yaklaşımı özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkıp yaygınlık kazanmışken; STEAM, ilk kez Güney Kore tarafından eğitim sistemine bütüncül biçimde entegre edilmiştir (Gülhan ve Şahin, 2018a). Güney Kore Eğitim Bakanlığı 2011 yılında disiplinler arası öğrenmeyi teşvik etmeyi ve öğrencilerin yaratıcılıklarını desteklemeyi amaçlayan yeni bir eğitim politikası benimsemiştir. Söz konusu politika kapsamında STEM eğitimine "Sanat" bileşeni eklenerek STEAM eğitimi

ulusal müfredatın öncelikli bir parçası hâline getirilmiştir (Park vd., 2016). Bu dönüşüm, yalnızca teknik bilgi değil, aynı zamanda yaratıcı ifade ve eleştirel düşünme becerilerinin de eğitim sürecine entegre edilmesini hedeflemektedir. Böylece öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal alanlarda gelişimini destekleyen bütüncül bir öğrenme ortamı oluşturulması amaçlanmıştır.

Günümüz dünyasında bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hız kazanması, eğitim sistemlerinin de bu değişime uyum sağlamasını zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını destekleyen disiplinlerarası bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. STEAM metodolojisi; eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve iş birliği gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Solovei vd., 2020).

STEAM eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencileri ve öğretmen adaylarını hızla değişen teknolojik dünyaya ve geleceğin mesleklerine hazırlamaktır. Bilimsel, teknik, sanatsal ve matematiksel bilgilerin bütüncül bir yapıda bir araya getirilmesi, bilginin sadece teorik düzeyde değil, aynı zamanda pratikte uygulanabilirliğini de ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, öğrenenlerin öğrenme sürecine aktif katılımını artırmakta, motivasyonlarını desteklemekte ve öğrenme ortamlarında daha yüksek düzeyde etkileşim sağlamaktadır.

Ayrıca, STEAM eğitimi öğrenci merkezli, proje tabanlı ve deneysel öğrenmeye dayalı yapısıyla ekip çalışmasını teşvik etmekte, bireylerin kendi öğrenme süreçlerine yön vermelerine olanak tanımaktadır. Bu nedenlerle, modern eğitim sistemlerinin etkili öğretim ve öğrenme süreçleri için STEAM metodolojilerini benimsemesi, çağın gerekleri doğrultusunda bir zorunluluk hâline gelmiştir (Solovey vd., 2020).

2.1.2. Türkiye’de STEAM eğitimi

STEAM eğitimi, bilim (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering), sanat (Arts) ve matematik (Mathematics) disiplinlerini bütüncül bir yaklaşımla bir araya getirerek öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye’de bu anlayış doğrultusunda STEAM eğitimi yaygınlaştırmak ve uygulamada desteklemek amacıyla çeşitli projeler hayata geçirilmiştir. Özellikle Avrupa Birliği destekli eTwinning projeleri ile öğretmenler arası işbirliği teşvik edilmekte, disiplinler arası

öğrenme ortamları geliştirilmektedir. Bunun yanı sıra EDUSIMSTEAM gibi projeler de STEAM pedagojisinin dijital ve simülasyon tabanlı öğrenme ortamlarında uygulanmasını hedeflemektedir.

Ancak uygulamada çeşitli sınırlılıklar da mevcuttur. Özsoy'un (2024) belirttiği üzere, Türkiye'de STEAM eğitiminin bütün disiplinleri kapsayacak şekilde dengeli biçimde uygulanmasında bazı zorluklar yaşanmaktadır. Özellikle sanat alanında uzman öğretmen eksikliği, bu disiplinin eğitim ortamlarında yeterince temsil edilmesini engellemekte ve STEAM yaklaşımının bütüncül doğasını sınırlamaktadır. Bu durum, yaratıcı ve estetik boyutun yeterince entegre edilememesiyle sonuçlanmakta, dolayısıyla STEAM uygulamalarında dengenin STEM lehine kaymasına neden olmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye'de STEAM eğitiminin etkili bir biçimde uygulanabilmesi için disiplinler arası uzmanlıkların geliştirilmesi, sanat eğitiminin diğer alanlarla bütünleştirilmesine yönelik öğretmen eğitimi programlarının artırılması ve politika yapımcıların bu alandaki yapısal eksiklikleri gidermeye yönelik stratejiler geliştirmesi gerekmektedir.

Türkiye'de STEAM eğitimi, son yıllarda artan ulusal ve uluslararası ilgiyle birlikte gelişim göstermektedir. Türk hükümeti, bu alandaki pedagojik dönüşümü desteklemek amacıyla hem ilköğretim hem de ortaöğretim düzeylerinde çeşitli projeler ve uygulamalar başlatmıştır. Bu projeler, disiplinler arası öğrenme yaklaşımını sınıf ortamına entegre etmeye ve öğrencilerin yaratıcılık, problem çözme ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak yapılandırılmıştır.

Araştırma eğilimleri de bu gelişimi yansıtmaktadır. Kasapoğlu'nun (2023) yaptığı sistematik inceleme, Türkiye'de STEAM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların çoğunlukla karma yöntemli araştırma desenlerini benimsediğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, özellikle öğrencilerin tutumları ve yaratıcılık düzeyleri üzerindeki etkileri incelemekte ve STEAM pedagojisinin öğrenme süreçlerine olan katkılarını değerlendirmeye odaklanmaktadır.

Uygulamalar düzeyinde ise özellikle ilköğretim seviyesinde bazı örnek faaliyetler dikkat çekmektedir. Duban ve arkadaşları (2018), ilkokul öğrencilerine yönelik elektrik devreleri oluşturma ve ekolojik tasarımlar geliştirme gibi etkinliklerle STEAM odaklı çalışmalar yürütüldüğünü belirtmektedir. Ancak bu çalışmalarda öğrenme çıktılarına ilişkin istatistiksel

olarak anlamlı bir etki gözlemlenememiştir. Bu durum, STEAM uygulamalarının pedagojik niteliği ve sürdürülebilirliği üzerine yeniden düşünmeyi gerektirmektedir.

Buna karşın bazı olumlu gelişmeler de söz konusudur. Erişti ve Erdoğan (2024), öğretmen eğitimi programlarının görsel sanatlar ile STEAM disiplinleri arasındaki ilişkiyi vurgulayan öğretim tasarımlarını içermeye başladığını belirtmektedir. Bu tür girişimler, sanatın STEAM içindeki rolünü güçlendirmek açısından önemlidir. Ancak, mevcut literatür ve uygulamalar incelendiğinde sanat disiplininin entegrasyonunun hâlâ sınırlı kaldığı görülmektedir. Özsoy (2024), bu sınırlılığı vurgulayarak Türkiye'de STEAM eğitiminin potansiyelini tam olarak gerçekleştirebilmesi için daha kapsamlı öğretmen eğitimi programlarına ve artırılmış eğitim kaynaklarına ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir.

Bu bulgular, Türkiye'de STEAM eğitiminin gelişim sürecinin henüz olgunlaşma aşamasında olduğunu göstermektedir. Sanatın yeterli düzeyde bütünleştirilebilmesi ve etkin öğrenme çıktılarının sağlanabilmesi için çok paydaşlı, sürdürülebilir ve pedagojik açıdan güçlü modellerin geliştirilmesi gerekmektedir.

2.2. İklim Değişikliği Eğitimi

İklim değişikliği farkındalığı, eğitim, sosyal hareketler ve kişisel deneyimlerin etkileşimiyle çok boyutlu bir şekilde gelişmektedir. Bu süreçte deneyim, dikkat ve bilgi birikimi gibi mekanizmalar önemli rol oynamaktadır; örneğin, iklimle ilgili kişisel deneyimler bireylerin dikkatini artırarak bilgi düzeyinin yükselmesini sağlar (Iturriza vd., 2020). Ayrıca, iklim konularının disiplinler arası eğitim yaklaşımlarıyla desteklenmesi, yaratıcı ve bağlantılı öğrenmeyi teşvik ederek farkındalığın daha etkili biçimde artmasına katkıda bulunmaktadır (Silvhiany vd., 2023). Bu çerçevede, iklim eğitimi programlarının başarısı, farklı bilgi kaynaklarını ve öğrenme yöntemlerini bütünleştirmesine bağlıdır.

Muccione ve arkadaşları (2025), iklim değişikliği eğitiminin bireyleri iklim sorunlarıyla başa çıkmak üzere gerekli bilgi ve becerilerle donatmada kritik bir role sahip olduğunu belirtmektedir. Etkili öğrenme yöntemlerini kullanarak sürdürülebilir kalkınmayı teşvik eden bu eğitim yaklaşımı, gençleri değişim ajanları olarak konumlandırmakta, topluluk katılımını artırmakta ve iklim politikası süreçlerine olumlu etkilerde bulunmaktadır.

İklim değişikliği eğitimi, öğrencilerin çevre bilinci kazanmalarını ve sürdürülebilirlik konusunda farkındalıklarını artırmayı hedefler (Bowers, Chaves, Monroe, Oxarart ve Plate, 2019). Bu tür eğitim programları, öğrencilerin iklim değişikliğinin nedenlerini, sonuçlarını ve bu sorunla mücadele yollarını anlamalarına yardımcı olur. Ayrıca, iklim değişikliği eğitimi, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini artırarak, onların daha bilinçli kararlar almalarına katkıda bulunur (Kollmuss ve Agyeman, 2002).

Damoah (2023), iklim değişikliği eğitiminin bireylere iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri ve olası çözümleri hakkında kapsamlı bilgi sağlamayı amaçladığını ifade etmektedir. Bu eğitim, bilinçli karar alma süreçlerini güçlendirmekte ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için tüm disiplinlerde acil küresel iş birliği ve entegrasyonun gerekliliğini vurgulamaktadır.

Muccione vd. (2023), iklim değişikliği eğitiminin, iklimle ilgili farkındalığı artırmak ve eylemi teşvik etmek amacıyla resmi ve gayri resmi yöntemleri kapsayan disiplinler arası bir süreç olduğunu belirtmektedir. Bu eğitim yaklaşımı, azaltma, adaptasyon ve sağlık gibi temel konuları bütünleştirerek bireylerin dayanıklılığını artırmayı ve gelecek nesilleri iklim sorunlarına karşı güçlendirmeyi hedeflediğini belirtmiştir.

Tripathy ve arkadaşları (2024), İklim Değişikliği Eğitimi'nin (CCE), öğrencileri iklim değişikliği ile mücadelede gerekli bilgi, eleştirel düşünme becerileri ve etik değerlerle donatmada vazgeçilmez olduğunu ifade etmektedir. Bu eğitim yaklaşımı, çevresel sürdürülebilirlikte kritik bir rol üstlenmekte; farkındalığı artırmak, sürdürülebilir uygulamaları ve yenilikçiliği teşvik etmekle birlikte politika savunuculuğunu desteklemektedir.

Yadav (2023), İklim Değişikliği Eğitimi'nin (CCE) gençlerin bilgi düzeyini ve farkındalığını artırarak bilinçli kararlar almalarını sağladığını ve tutum ile davranış değişikliklerini teşvik ettiğini belirtmektedir. CCE, öğrencileri iklim değişikliğini önleme, bu değişikliklere uyum sağlama ve olumsuz etkileri tersine çevirme konusunda gerekli bilgi, bilimsel anlayış, eleştirel düşünme becerileri ve etik çerçevelerle donatmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, CCE girişimleri yalnızca bireysel düzeyde dönüşüm sağlamakla kalmaz, aynı zamanda geçmiş deneyimlerden öğrenen ve gelecekte ortaya çıkabilecek çevresel sorunlara karşı toplumsal düzeyde etkili çözümler üretebilecek, sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeye yönelik pragmatik ve vizyon sahibi toplulukların oluşumuna da katkı sunar.

Priatna ve Khan (2024), iklim değişikliği eğitiminin, bireylerde farkındalık yaratmak, eleştirel düşünmeyi geliştirmek ve sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmek açısından büyük öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Bu eğitim yaklaşımı, bireyleri iklim sistemlerinin karmaşıklığını kavrayabilecek bilgi ve becerilerle donatmakta; bilinçli karar alma süreçlerine aktif katılımı mümkün kılmaktadır. Ayrıca, yeniliği destekleyerek politika savunuculuğunu güçlendirmekte, toplumsal dayanıklılığı artırmakta ve özellikle savunmasız grupların güçlenmesine katkı sağlamaktadır. İklim değişikliği eğitiminin müfredata entegre edilmesi, öğrencilerin çevresel zorluklara karşı duyarlılık geliştirmelerini ve iklim çözümlerine etkin biçimde katkı sunmalarını sağlamakta; bu yönüyle iklim eylemine yönelik Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 13 (SDG 13) ile doğrudan uyum göstermektedir.

Gómez ve Freire (2022), iklim değişikliği eğitiminin özellikle genç nesilleri, insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliğinin nedenlerini ve etkilerini kavramaları yönünde güçlendirdiğini ifade etmektedir. Bu eğitim yaklaşımı, iklim değişikliğini yalnızca çevresel bir sorun değil, aynı zamanda iklim politikalarının uzun vadeli dönüşümünü gerektiren küresel bir mesele olarak ele almakta; bireylerde farkındalık yaratarak sorumlu davranışları teşvik etmektedir. Bilgili, bilinçli ve sorumlu vatandaşların yetiştirilmesi, iklim değişikliğiyle mücadelede sürdürülebilir çözümler geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda eğitim, gelecek kuşaklar için güvenli ve temiz bir çevre sağlanmasına katkı sunacak en etkili araçlardan biri olarak görülmektedir.

2.3. STEAM ve İklim Değişikliği Eğitiminin Entegrasyonu

STEAM eğitimi ve iklim değişikliği eğitiminin entegrasyonu, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıklarını artırmada etkili olabilir. STEAM eğitimi, öğrencilere disiplinler arası bir bakış açısı kazandırarak, çevresel sorunlara yaratıcı ve yenilikçi çözümler geliştirme yeteneği kazandırır (Herro, Quigley ve Cian, 2019). Özellikle, STEAM eğitimi, öğrencilerin iklim değişikliği ile ilgili projeler geliştirerek, teorik bilgilerini pratik uygulamalara dönüştürmelerine olanak tanır (Quigley, Herro ve Jamil, 2017). Daugherty, Carter ve Swagerty (2014), STEAM tabanlı projelerin öğrencilerin çevresel farkındalıklarını ve bilimsel düşünme becerilerini artırdığını vurgulamaktadır.

Gavrila (2024), STEAM eğitiminin, gençleri iklim sorunlarının araştırılması ve yönetilmesi için gerekli bilgi ve becerilerle donatarak iklim değişikliği eğitiminde kritik bir rol üstlendiğini

belirtmektedir. STEAM yaklaşımı, yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler geliştirebilmek adına matematik, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve sanat alanlarındaki kavrayışı bütüncül bir biçimde teşvik etmektedir. Bu disiplinler arası eğitim çerçevesi, öğrencilerin iklim değişikliğinin çok boyutlu doğasını anlamalarına ve etkili çözümler üretebilmelerine olanak tanımakta; aynı zamanda işbirliğini destekleyen kapsamlı bir yaklaşımı temel alarak gelecekteki nesilleri çevresel sorunlarla mücadeleye hazırlamaktadır.

Khanom (2023), STEAM eğitiminin iklim değişikliğini ele alan yenilikçi öğrenme süreçlerini teşvik etmek amacıyla bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerini bütüncül bir yapıda bir araya getirdiğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin döngüsel stratejiler geliştirme, sürdürülebilir çözümler üretme ve iklim sorunlarına karşı etkili mücadele edebilme becerilerini kazanmalarına olanak tanımaktadır. Özellikle döngüsel ekonomi konusundaki farkındalığın artırılması yoluyla, genç bireylerin çevresel sorunlara karşı sorumluluk üstlenmeleri desteklenmektedir. STEAM temelli bu model, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG'ler) doğrultusunda yaratıcı ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirebilecek nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesinin kritik olduğu gelişmekte olan ülkeler açısından özel bir öneme sahiptir.

Jeong ve Kim (2015), STEAM eğitiminin iklim değişikliğini izlemeye yönelik projelerle entegrasyonunun, uygulamalı öğrenme süreçlerini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Araştırmada, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin gerçek zamanlı iklim verilerini analiz etmeye aktif olarak katılmaları yoluyla STEAM disiplinlerine ilişkin bilgi düzeylerinin ve algılarının anlamlı şekilde geliştiği belirtilmektedir. Elde edilen bulgular, bu tür proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrencilerde çevresel konulara yönelik ilgi ve anlayışı artırdığını; özellikle kız öğrenciler açısından olumlu etkiler sağladığını göstermektedir.

Günümüz dünyasında karşı karşıya kalınan iklim değişikliği gibi karmaşık ve çok boyutlu çevresel sorunlar, yalnızca teknik bilgi ve becerilerle değil, aynı zamanda etik farkındalık, değer temelli düşünme ve toplumsal sorumluluk bilinciyle ele alınmalıdır. Bu bağlamda, STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) disiplinlerine sanatın (Art) entegre edilmesiyle oluşan STEAM yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca bilişsel değil, duyuşsal ve etik gelişimlerini de önceleyen, dönüştürücü bir eğitim modeli olarak öne çıkmaktadır.

Sanatın STEAM eğitimine dahil edilmesi, öğrencilerin iklim değişikliği gibi çevresel krizlere çok boyutlu bakış açılarıyla yaklaşabilmelerine olanak tanımaktadır. Bu disiplinlerarası yaklaşım, öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, empati ve etik muhakeme becerilerini geliştirerek, onları karmaşık etik ikilemlerle yüzleşmeye ve bu ikilemler üzerinde düşünmeye teşvik eder. Böylece öğrenciler, çevresel konularda sadece bilgi sahibi bireyler değil, aynı zamanda ahlaki ajans geliştiren, eyleme geçme potansiyeline sahip sorumlu yurttaşlar olarak yetiştirilmektedir (Taylor ve Taylor, 2019).

Taylor ve Taylor'a (2019) göre, etik ikilem hikayesi pedagojisi gibi yöntemlerin kullanımı, öğrencilerin çevresel adalet, toplumsal eşitsizlikler ve sürdürülebilir kalkınma gibi konularda aktif katılım göstermelerini desteklemektedir. Bu tür pedagojik uygulamalar, öğrencilerde yalnızca bilimsel okuryazarlığı değil, aynı zamanda çevresel sorunlara karşı etik duyarlılığı da geliştiren anlamlı öğrenme deneyimlerine zemin hazırlar. Öğrenciler, bu süreçte yalnızca çözüm arayan bireyler olmakla kalmaz; aynı zamanda sürdürülebilir çözümlere katkı sunan ve çevresel adaleti savunan aktörlere dönüşürler.

Bu bağlamda, STEAM eğitimi, iklim değişikliği eğitimine hem bilgi temelli hem de etik ve değer temelli bir boyut kazandırarak dönüştürücü öğrenme süreçlerinin önünü açmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca akademik başarıya değil, aynı zamanda sürdürülebilir bir geleceğe yönelik toplumsal sorumluluk geliştirmelerine de katkı sağlar.

2.4. Disiplinlerarası Yaklaşımın Önemi

Eğitimde disiplinlerarası yaklaşım, öğrencilerin yalnızca tek bir alana ait bilgileri öğrenmelerinin ötesine geçerek, farklı disiplinlerden elde edilen bilgi, yöntem ve bakış açılarını birleştirmelerini hedefleyen bütüncül bir öğrenme modelidir. Bu yaklaşım, öğrencilerin geleneksel yöntemlerle edindikleri bilgileri farklı alanlardan gelen bilgilerle harmanlayarak, karmaşık ve çok boyutlu problemlere daha derinlemesine bakabilmelerini sağlar (Arulsamy ve Benjamin, 2024).

Disiplinlerarası öğrenme, STEAM eğitiminin temel dayanaklarından biridir. Bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik gibi farklı disiplinleri bir araya getiren bu model; öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirerek, hem akademik hem de günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri sorunlara çok yönlü ve yenilikçi çözümler geliştirmelerini destekler. Bu

süreçte öğrenciler yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgiyi üreten, sorgulayan ve uygulayan bireyler hâline gelirler.

Arulsamy ve Benjamin'in (2024) vurguladığı üzere, disiplinlerarası öğrenme ortamları öğrencilerin iletişim, iş birliği ve araştırma becerilerini güçlendirerek onları 21. yüzyılın karmaşık dünyasına daha iyi hazırlar. Bu bağlamda, STEAM temelli disiplinlerarası yaklaşımlar; sadece bilgi kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin düşünsel esneklik kazanmalarını ve çok perspektifli düşünebilmelerini teşvik eder.

STEAM eğitimi, bu disiplinlerarası yaklaşımı destekler ve öğrencilerin iklim değişikliği gibi karmaşık sorunları anlamalarına ve bu sorunlara çözümler geliştirmelerine olanak tanır. Araştırmalar, disiplinlerarası eğitimin öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014). Bu bağlamda, Bybee (2010) ve Laugksch (2000) gibi araştırmacılar, disiplinlerarası eğitimin öğrencilerin daha geniş bir perspektif kazanmalarına ve bilimsel bilgileri günlük yaşamda uygulamalarına yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Günümüzde karşılaşılan iklim değişikliği gibi küresel çevresel sorunlar, yalnızca bilimsel bilgiyle değil; yaratıcılık, eleştirel düşünme ve disiplinlerarası bakış açılarıyla da ele alınması gereken karmaşık problemlerdir. Bu bağlamda, STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimi, öğrencilerin bu tür karmaşık sorunlara bütüncül bir yaklaşımla çözüm üretmelerini teşvik eden yenilikçi bir eğitim modeli sunmaktadır. STEAM yaklaşımı, sanatın eğitim sürecine entegre edilmesiyle yalnızca teknik becerileri değil, aynı zamanda duygusal, estetik ve yaratıcı yönleri de geliştirmeyi hedefler.

Asrifan ve arkadaşlarına (2025) göre, STEAM eğitimi, sanatı teknik disiplinlerle bütünleştirerek hem yaratıcı düşünmeyi hem de eleştirel sorgulamayı destekleyen bir öğrenme ortamı oluşturur. Bu entegrasyon, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirerek onları gerçek dünyadaki çevresel zorluklarla başa çıkmaya daha hazırlıklı hâle getirir. Sanatın estetik ifade gücü, STEM'in analitik yapısıyla birleştiğinde, öğrencilerin çevresel sorunlara ilişkin farkındalık düzeyleri artar ve çok boyutlu düşünme becerileri gelişir.

Bu disiplinlerarası yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilgiye dayalı değil, aynı zamanda yaratıcı ve çözüm odaklı düşünme yetkinlikleriyle donatılmasını sağlar. Böylece öğrenciler, iklim

değişikliği gibi çok katmanlı ve aciliyet gerektiren problemleri hem bilimsel hem de toplumsal açıdan değerlendirme becerisi kazanır. STEAM eğitimi, bireyleri yalnızca mesleki açıdan değil; aynı zamanda bilinçli, duyarlı ve sorumluluk sahibi vatandaşlar olarak da yetiştirmeye katkı sunar.

STEAM yaklaşımı, sanatı STEM bileşenleriyle bütünleştirerek hem bilişsel hem de duyuşsal öğrenmeyi destekler. Bu sayede öğrenciler, iklim değişikliği gibi çevresel sorunları anlamada ve çözüm üretmede gerekli olan çok yönlü becerilerle donatılırlar. Bu durum, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda çevresel, toplumsal ve pedagojik açılardan değerli bir katkı sunmaktadır.

Günümüz dünyasında karşılaşılan çevresel krizler, özellikle iklim değişikliği, yalnızca bilimsel bilgiyle değil; disiplinlerarası düşünme, yenilikçilik ve etik duyarlılıkla ele alınabilecek karmaşık sorunlardır. Bu nedenle eğitim sistemlerinin, öğrencileri bu çok boyutlu sorunlara karşı donanımlı bireyler olarak yetiştirmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, STEAM eğitimi, entegre ve disiplinlerarası yapısıyla önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Koniushenko, (2024) STEAM eğitiminin iklim değişikliği de dâhil olmak üzere pek çok karmaşık soruna uygulanabilir esnekliğe sahip olduğunu ve disiplinlerarası doğası sayesinde öğrencilerin yenilikçi çözüm yolları geliştirebileceğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, proje tabanlı ve uygulamaya entegre öğrenme süreçleri aracılığıyla öğrencileri aktif katılıma teşvik eder. Öğrenciler, gerçek dünya problemleri üzerinde çalışarak STEM okuryazarlıklarını geliştirirken aynı zamanda iklim sorunlarını araştırmaya, çözüm önerileri geliştirmeye ve sürdürülebilirlik temelli tasarımlar oluşturmaya yönelirler.

Bu tür araştırma ve tasarım odaklı öğrenme etkinlikleri, yalnızca bilişsel gelişimi desteklemekle kalmaz; aynı zamanda öğrencilerin çevresel sorunlara karşı duyarlılığını artırır, eleştirel düşünme ve işbirliği becerilerini güçlendirir. Böylece, STEAM eğitimi, iklim değişikliği gibi karmaşık ve acil çevresel problemlere yönelik farkındalık yaratmakta ve bu sorunlarla başa çıkabilecek bireyler yetiştirme amacına hizmet etmektedir.

Sonuç olarak, STEAM yaklaşımı, iklim değişikliği eğitiminin etkili bir bileşeni olarak değerlendirilebilir. Öğrencileri araştırmaya, tasarlamaya ve çözüm üretmeye teşvik eden bu

bütüncül eğitim modeli, hem STEM okuryazarlığını hem de çevresel sorumluluk bilincini geliştirmeyi hedeflemektedir.

Kuramsal temelleri yapılandırmacı öğrenme kuramına dayanan bu yaklaşım, öğrencinin öğrenme sürecine aktif katılımını esas alır. Öğrenciler, karşılaştıkları gerçek yaşam problemlerini farklı disiplinlerin bakış açılarıyla analiz ederek çözüm üretmeyi öğrenirler. Bu süreçte disiplinler arası etkileşim, bilgi transferi ve yaratıcı düşünme becerileri ön plana çıkmaktadır. Sanatın entegrasyonu ise öğrencilerin duygusal zekâlarını, estetik bakış açılarını ve ifade yeteneklerini geliştirerek öğrenme sürecini zenginleştirmektedir.

STEAM eğitimi, öğrencilerin farklı disiplinlerde edindikleri bilgileri bir araya getirerek gerçek yaşam problemleri üzerinde düşünmelerini ve çözüm üretmelerini sağlayan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, öğrencilerin sadece teorik bilgi edinmeleriyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda bu bilgileri uygulamaya dönüştürmelerine de olanak tanır. Özellikle disiplinler arası etkinlikler yoluyla öğrenciler, bilimsel kavramları gerçek dünya bağlamlarına entegre etme, kavrayışlarını derinleştirme ve edindikleri bilgileri somut deneyimlerle pekiştirme fırsatı bulurlar (Zamorano Escalona vd., 2018). Bu bağlamda STEAM eğitimi, bilimsel ilkelerin yalnızca akademik düzeyde değil, günlük yaşamla bağlantılı olarak da anlaşılmasını teşvik eder. Öğrenciler, çeşitli disiplinlerin etkileşim içinde olduğu öğrenme süreçlerinde problem temelli öğrenme, keşfetmeye dayalı öğrenme ve deneysel öğrenme gibi öğrenci merkezli yaklaşımlar doğrultusunda bilgi üretirler. Bu süreç, öğrenmenin kalıcılığını artırırken, öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcı çözüm üretme ve analitik düşünme becerilerini de geliştirmektedir.

Zamorano Escalona ve arkadaşlarının (2018) belirttiği gibi, STEAM temelli etkinlikler, öğrencilerin bilimsel bilgiyi içselleştirmelerini ve bu bilgiyi yaşamla ilişkilendirebilmelerini mümkün kılar. Böylece öğrenciler hem disiplinler arası düşünme becerisi geliştirir hem de bilimsel ilkeleri çok boyutlu ve anlamlı bir şekilde öğrenirler.

STEAM eğitimi, bireylerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmasını amaçlayan disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır. Bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik alanlarını bütüncül bir çerçevede birleştiren bu model, öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel analiz ve karmaşık problem çözme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. STEAM temelli öğrenme süreçleri, yalnızca bilişsel kazanımları artırmakla kalmaz; aynı zamanda disiplinler arası etkileşimi teşvik

ederek yenilikçi düşünce biçimlerinin gelişmesini destekler. Bu yaklaşım, bireyleri hızla değişen mesleki alanlara ve dinamik iş gücü piyasasına etkin biçimde uyum sağlayabilecek şekilde hazırlarken, aynı zamanda onların yaşam boyu öğrenme kapasitelerini de güçlendirir.

STEAM eğitimi, mühendislik disiplininin temel bileşenleri arasında yer alan eleştirel düşünme, yaratıcı problem çözme, yenilikçilik ve iş birliği gibi becerilerin gelişimini desteklemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin disiplinler arası bilgi ve becerileri bütünleştirerek karmaşık problemlerin üstesinden gelmelerini sağlar. Ayrıca, hızla değişen teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilecek bireyler yetiştirerek onların gelecekteki mesleki başarılarına zemin hazırlar (Suarez, 2024).

2.5. STEAM Eğitiminin İklim Değişikliği Üzerindeki Etkisi

Araştırmalar, STEAM eğitiminin öğrencilerin çevre bilincini ve sürdürülebilirlik farkındalığını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Günümüzde çevresel sorunların artması, bireylerde erken yaşlarda çevre bilinci ve sürdürülebilirlik anlayışının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda eğitim sisteminde disiplinler arası yaklaşımların önemi giderek artmaktadır. STEAM temelli eğitim, bu disiplinleri bütüncül bir çerçevede ele alarak öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimlerine katkı sağlamaktadır. Kim ve Kim'in (2022) çalışmasında, STEAM programının ilkökul öğrencileri arasında çevre bilincini ve çevresel tutumları olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu araştırma, bu tür disiplinler arası eğitim yaklaşımlarının, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki bilgi düzeylerini artırdığını ve çevreye yönelik tutumlarını geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda STEAM temelli çevre eğitimi, bireylerin çevresel farkındalık kazanmasında ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlara karşı daha bilinçli tutumlar geliştirmesinde etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. STEAM eğitimi, öğrencilerin iklim değişikliği ile ilgili projeler ve etkinlikler yoluyla bilimsel bilgilerini pekiştirmelerine ve uygulamalarına yardımcı olur (Sanders, 2009).

Günümüzün karmaşık küresel sorunları, yalnızca teknik bilgiyle değil, aynı zamanda etik duyarlılık ve toplumsal sorumlulukla da donanmış bireyler gerektirmektedir. Bu bağlamda, STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimine sanatların (Art) entegre edilmesiyle oluşan STEAM yaklaşımı, öğrencilerin yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal ve etik gelişimlerini de hedefleyen bütüncül bir eğitim modeli sunmaktadır.

Sanatların STEM eğitimine dahil edilmesi, öğrencilerin ahlaki ajanslarını geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ahlaki ajans, bireylerin etik değerler doğrultusunda eyleme geçme ve toplumsal dönüşüme katkı sunma kapasitelerini ifade eder. Bu yaklaşım, öğrencilere yalnızca bilgi kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda onların değer temelli kararlar alabilen, çevresel ve toplumsal sorunlara duyarlı bireyler olmalarını da sağlar (Transformative STEAM Education for Sustainable Development, 2022).

Transformasyonel öğrenme kuramı çerçevesinde şekillenen STEAM programları, öğrencilerin eleştirel düşünme, empati kurma, yaratıcı problem çözme ve toplumsal sorumluluk gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Bu programlar, öğrencilerin iklim değişikliği gibi karmaşık ve çok boyutlu sorunlarla yüzleşmelerini sağlayarak, onları sürdürülebilir kalkınmaya aktif katkı sunan bireyler olmaya teşvik eder. Eğitimcilerin dönüştürücü öğrenme süreçlerine odaklanmaları, öğrencilerde sosyal ve çevresel farkındalık geliştirerek, onları yalnızca tüketici değil, aynı zamanda değişim yaratan bireyler olmaları yönünde güçlendirir.

Bu bağlamda, STEAM eğitimi yalnızca disiplinler arası bir öğretim modeli olmanın ötesine geçmekte; aynı zamanda öğrencilerin sürdürülebilir bir gelecek için gerekli olan değerleri, tutumları ve eylem becerilerini kazandıkları ahlaki ve pedagojik bir araç haline gelmektedir. 21. yüzyılın karmaşık ve çok boyutlu sorunları arasında yer alan iklim değişikliği, yalnızca çevresel bir mesele olmanın ötesinde, bilimsel, teknolojik, sosyal ve etik boyutlarıyla da ele alınması gereken bir kriz alanıdır. Bu bağlamda, STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimine sanatın (Art) dahil edilmesiyle şekillenen STEAM yaklaşımı, öğrencilere disiplinlerarası düşünme becerileri kazandırmayı ve onları gerçek dünya problemlerine çözüm üretmeye yönelik olarak bütüncül bir şekilde hazırlamayı amaçlamaktadır.

McCright ve arkadaşlarına (2013) göre, STEAM ilkeleriyle uyumlu bir biçimde iklim değişikliği eğitimini STEM müfredatına entegre etmek, öğrencilerin bilimsel ve nicel okuryazarlıklarını artırmanın etkili yollarından biridir. Bu entegrasyon yalnızca akademik başarıya değil, aynı zamanda öğrencilerin karmaşık sorunları analiz edebilme, farklı disiplinlerden bakış açılarını bir araya getirebilme ve çözüm önerileri geliştirebilme yetkinliklerini de desteklemektedir.

Eğitimciler, uygulamalı, sorgulamaya dayalı ve katılımcı öğrenme stratejilerini kullanarak, öğrencilerin çevresel sorunlara yönelik farkındalıklarını artırabilir, eleştirel düşünme ve

işbirliği gibi temel becerilerini geliştirebilirler. Bu yaklaşım, iklim değişikliği gibi küresel meselelerin sadece bilim insanlarının değil, tüm bireylerin ortak sorumluluğunda olduğunu vurgulayarak, öğrencilerin toplumsal rollerini "vatandaş paydaşlar" olarak benimsemelerini destekler.

Dolayısıyla, STEAM temelli iklim değişikliği eğitimi, hem disiplinlerarası öğrenmeyi teşvik eden hem de öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ve sosyal sorumluluk duygularını güçlendiren bir eğitim modeli olarak değerlendirilmektedir. Bu model, yalnızca STEM alanlarında yetenekli öğrencilerin gelişimini desteklemekle kalmaz; aynı zamanda tüm öğrencilerin bilinçli, eleştirel düşünen ve topluma katkı sunan bireyler olarak yetişmesini hedefler.

2.6. Eğitim Teknolojilerinin Rolü

Eğitim teknolojileri, STEAM ve iklim değişikliği eğitiminin entegrasyonunda önemli bir rol oynar. Giderek dijitalleşen ve teknoloji odaklı hâle gelen günümüz dünyasında, bireylerin karşılaştıkları karmaşık çevresel sorunlara yönelik eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, STEAM eğitimi, öğrencilerin disiplinlerarası bilgi ve beceriler geliştirerek bu sorunları bütüncül bir bakış açısıyla analiz etmelerini sağlayan güçlü bir eğitim modeli olarak öne çıkmaktadır. Özellikle dijital öğrenme olanakları ve yenilikçi öğretim stratejilerinin bu modele entegre edilmesi, öğrenme sürecini hem daha etkili hem de daha katılımcı hale getirmektedir.

Her ne kadar Vasanth ve arkadaşları (2025), çalışmalarında doğrudan STEAM ve iklim değişikliği eğitimini birlikte ele almasa da, STEAM yaklaşımının çeşitli ders içeriklerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliği gibi karmaşık çevresel konular da STEAM merceğiyle ele alınabilecek disiplinlerarası öğrenme alanları arasında yer almaktadır. Eğitimciler, yenilikçi öğretim tekniklerini ve dijital teknolojileri kullanarak öğrencileri bu tür konulara aktif olarak dâhil edebilir; onların hem bilimsel bilgi hem de eleştirel düşünme temelinde çevresel sorunları analiz etmelerini sağlayabilirler.

Bu entegrasyon, öğrencilerin yalnızca STEM becerilerini değil, aynı zamanda sanat yoluyla ifade, yorumlama ve sorgulama becerilerini de geliştirerek daha derinlemesine ve yaratıcı bir öğrenme süreci sunar. Böylece, öğrenciler iklim değişikliği gibi küresel krizleri anlamaya,

değerlendirmeye ve bu sorunlara yönelik çözüm üretmeye yönelik yetkinlikler kazanırlar. Bu yönüyle, STEAM eğitimi, teknolojik gelişmelerin şekillendirdiği çağdaş dünyaya uyum sağlayabilen, çevresel farkındalığa sahip ve yenilikçi düşünebilen bireyler yetiştirmeyi amaçlar. Sonuç olarak, STEAM yaklaşımının dijital öğrenme ile desteklenerek iklim değişikliği gibi çevresel konulara entegre edilmesi, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile donatılmasını sağlar. Bu durum, hem sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunur hem de bireylerin çevresel sorunlara karşı sorumluluk alabilen vatandaşlar olarak gelişimini destekler.

Gelişen dijital çağ ile birlikte eğitim ortamlarında teknolojinin rolü giderek artmakta; bu durum, özellikle STEAM eğitimi bağlamında öğrencilerin öğrenme biçimlerini köklü bir şekilde dönüştürmektedir. Eğitim teknolojilerinin STEAM'e entegrasyonu, yalnızca öğrenme sürecini daha etkileşimli ve erişilebilir kılmakla kalmamakta; aynı zamanda öğrencilerin bu disiplinlerle olan etkileşimlerini daha derin, yaratıcı ve anlamlı bir hâle getirmektedir.

Jashari ve arkadaşlarına (2024) göre, STEAM eğitimi, disiplinler arası öğrenmeyi teşvik eden bir yaklaşım olarak, bilimsel araştırmayı sanatsal ve teknolojik uygulamalarla bütünleştirerek öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini güçlendirmektedir. Bu bağlamda, eğitim teknolojileri, öğrencilere sadece bilgi aktaran araçlar değil; aynı zamanda araştıran, tasarlayan ve sorgulayan bireyler olarak gelişimlerini destekleyen birer öğrenme ortamı sunar.

Disiplinler arası öğrenme, öğrencilerin karmaşık problemleri çeşitli açılardan analiz edebilmelerini ve çok yönlü çözüm yolları geliştirmelerini sağlar. STEAM'in sunduğu bu bütüncül yapı sayesinde öğrenciler hem bilimsel süreç becerilerini geliştirir hem de estetik ve yaratıcı düşünmeyi öğrenme sürecine entegre edebilir. Bu durum, öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de yaşam boyu öğrenme kapasitelerini artırmakta, onları teknolojik olarak donanımlı, yaratıcı ve çözüm odaklı bireyler olarak geleceğe hazırlamaktadır.

Eğitim teknolojilerinin STEAM eğitimine entegrasyonu, öğrenme ortamlarında yenilikçi ve katılımcı bir dönüşüm sağlayarak öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine katkı sunmaktadır. Bu entegrasyon, bireyleri sadece teknik bilgiyle değil, aynı zamanda sanatsal duyarlılık ve etik sorumluluk bilinciyle de donatmayı amaçlayan çağdaş eğitim yaklaşımlarının temel taşlarından biridir.

2.7. Öğrenme Teorileri

Bu araştırmanın kuramsal temelleri, yapılandırmacı öğrenme teorilerine dayanmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme kuramı, bireyin öğrenme sürecinde pasif bir bilgi alıcısı değil, aktif bir bilgi yapılandırıcısı olduğunu savunur. Bu yaklaşıma göre öğrenciler, bilgiyi yalnızca dışarıdan almazlar; aksine, kişisel deneyimleri ve sosyal etkileşimleri temel alarak yeni bilgileri önceki öğrenmeleriyle ilişkilendirir ve anlamlandırır. Böylece bilgi, bireyin zihinsel süreçleri yoluyla yeniden yapılandırılır. Laskar ve Bhattacharjee'nin (2022) belirttiği üzere, yapılandırmacı öğrenme; öğrencilerin mevcut bilgi yapılarını dönüştürmelerine, yeniden düzenlemelerine ve bu sayede derinlemesine öğrenme gerçekleştirmelerine olanak sağlar. Bu bağlamda yapılandırmacı yaklaşım, özellikle karmaşık ve çok boyutlu konuların öğretiminde –örneğin çevre eğitimi veya iklim değişikliği gibi– öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirerek daha kalıcı öğrenme deneyimleri sunar. Bu kuramsal temel, çalışmanın hem öğretim tasarımı hem de öğrenci gelişim düzeylerinin değerlendirilmesi açısından yönlendirici bir rol oynamaktadır. Vygotsky'nin sosyal yapılandırmacılığı ise, öğrencilerin sosyal etkileşimler ve işbirliği yoluyla öğrenmelerini vurgular (Vygotsky, 1978). Bu teoriler, STEAM eğitimi ve iklim değişikliği eğitiminin öğrencilerin aktif katılımını ve işbirliğini teşvik etmesini destekler. Jonassen (1999) ve Fosnot (2005) gibi araştırmacılar, yapılandırmacı öğrenmenin öğrencilerin daha derin ve kalıcı öğrenmelerini sağladığını belirtmektedir. Bu bağlamda, STEAM eğitimi, yapılandırmacı öğrenme teorilerine dayalı olarak tasarlandığında, öğrencilerin daha anlamlı ve etkileşimli öğrenme deneyimleri yaşamalarına olanak tanır.

Günümüz eğitiminde bireylerin yalnızca bilgiye ulaşmaları değil, aynı zamanda bu bilgiyi yaratıcı ve eleştirel biçimde kullanmaları da temel bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu bağlamda, STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) metodolojisi, geleneksel STEM yaklaşımını yeniden yapılandırarak sanatı öğrenme sürecine entegre eden bütüncül bir eğitim anlayışı sunmaktadır. STEAM yaklaşımı, öğrencilerde merak, ekip çalışması ve eleştirel düşünme gibi üst düzey bilişsel ve sosyal becerileri teşvik ederek, çok yönlü bir öğrenme deneyimi oluşturmayı amaçlamaktadır.

Ribeiro ve Pereira'ya (t.y.) göre, STEAM metodolojisi her ne kadar belirli öğrenme teorilerini açıkça tanımlamasa da, sanatın STEM çerçevesine dâhil edilmesi, analitik düşünme ile yaratıcı ifade biçimleri arasında köprü kuran yenilikçi bir pedagojiyi temsil etmektedir. Bu bütünsel yaklaşım, öğrencilerin hem mantıksal hem de sezgisel yollarla düşüncelerini destekleyerek,

bilgiye çoklu bakış açılarıyla yaklaşımlarını sağlar. Bu yönüyle STEAM, yapılandırmacı öğrenme kuramı, çoklu zekâ kuramı ve yaratıcı problem çözme yaklaşımı gibi çağdaş eğitim teorileriyle örtüşen bir model olarak değerlendirilebilir.

Sanatın öğrenme sürecine katılması, öğrencilerin soyut kavramları daha somut, estetik ve duygusal yollarla keşfetmelerine olanak tanır. Bu durum, öğrenmeyi yalnızca bilişsel bir süreç olmaktan çıkararak, öğrencilerin deneyim, duygu ve değerlerini de içeren daha kapsamlı bir öğrenme sürecine dönüştürür. Böylece STEAM yaklaşımı, yalnızca akademik başarıya odaklanan geleneksel eğitim modellerinden farklı olarak, öğrencilerin bütüncül gelişimini esas alan bir eğitim felsefesini benimser.

STEAM metodolojisi, disiplinler arası öğrenmeyi teşvik ederek öğrencilerin 21. yüzyıl becerileriyle donatılmasını desteklemekte; aynı zamanda yaratıcı düşünme, problem çözme ve iş birliği gibi temel becerileri de geliştirmektedir. Bu yönüyle, STEAM yaklaşımı günümüzün karmaşık toplumsal ve çevresel sorunlarına yanıt verebilecek bireyler yetiştirmek için etkili bir kuramsal zemin sunmaktadır.

STEAM eğitimi, öğrencilerin yalnızca teorik bilgi edinmelerini değil, aynı zamanda bu bilgileri gerçek yaşam bağlamlarında uygulayarak anlamlı öğrenme deneyimleri kazanmalarını hedefleyen yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, geleneksel pasif öğrenme yöntemlerinden farklı olarak, öğrencileri problem odaklı ve uygulamaya dayalı etkinliklere yönlendirerek öğrenme sürecine aktif katılımlarını teşvik eder.

Rawanti ve arkadaşlarına (2023) göre, STEAM temelli öğrenme, öğrencilerin gerçek dünyadaki problemleri çözmeye yönelik beceriler geliştirmelerine olanak tanıyan bir çerçeve sunar. Öğrenciler, disiplinler arası bilgi ve becerileri bir araya getirerek çeşitli senaryolar üzerinde çalışır, böylece hem kavramsal anlayışlarını derinleştirir hem de eleştirel düşünme ve işbirliği gibi temel 21. yüzyıl becerilerini geliştirir.

Bu bağlamda STEAM eğitimi, yapılandırmacı öğrenme kuramı ile de örtüşen bir yapıya sahiptir. Öğrenciler, aktif öğrenme yoluyla bilgiyi kendi deneyimleri doğrultusunda yapılandırır; problem çözme, yaratıcı düşünme ve araştırma temelli yaklaşımlarla desteklenen öğrenme süreçleri, bireysel farkındalığı artırır ve kalıcı öğrenmeyi sağlar. Uygulamalı etkinlikler yoluyla sağlanan bu öğrenme süreci, öğrencilerin yalnızca akademik gelişimini

değil, aynı zamanda toplumsal sorumluluk bilinciyle hareket edebilen bireyler olarak yetişmelerini de destekler.

Sonuç olarak, STEAM eğitimi, disiplinler arası ve uygulamaya dönük yapısıyla öğrencilerin yalnızca bilgi sahibi değil, aynı zamanda bu bilgileri anlamlı bağlamlarda kullanabilen, yaratıcı, çözüm odaklı bireyler hâline gelmelerine katkıda bulunan bütüncül bir eğitim modelidir. Ohashi (2024), Sanatın STEAM eğitimine dâhil edilmesi, öğrencilerin yaratıcılık ve yenilikçi düşünme becerilerini geliştirmelerinin yanı sıra, içsel değerlerini ve kendini gerçekleştirme potansiyellerini keşfetmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Sanatın eğitime entegrasyonu, öğrencilerin yalnızca problem çözme becerilerini değil, aynı zamanda hayal gücü, duygusal farkındalık ve kendini gerçekleştirme gibi derin öğrenme ıktıları elde etmelerini destekler.

3. YÖNTEM

Nicel araştırma yöntemleri kullanılarak tasarlanan bu çalışma, post-pozitivist araştırma geleneğinin olasılıksal nedensellik anlayışına dayanmaktadır (Phillips ve Burbules, 2000). Bu yaklaşım, gerçekliğin tekil ama tam olarak gözlenemez olduğunu kabul eder; bilimsel bilgi, sistematik hata kaynaklarını en aza indiren deneysel tasarımlarla giderek gerçeğe yakınsayan geçici açıklamalar üretir. Bu nedenle yöntemsel odak, yanlgı olasılığını düşürmeye hizmet eden kontrollü deney düzenlemeleridir.

3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma, “ön-test–son-test kontrol gruplu deneysel desen” (pre-test–post-test control group design) kullanılarak yürütülmüştür (Campbell ve Stanley, 1963; Shadish, Cook, ve Campbell, 2002). Desen iki bağımsız grubu (deney ve kontrol) içerir; her grupta müdahale öncesinde (O_1) ve müdahale sonrasında (O_2) ölçüm yapılır. Deney grubuna araştırmacı tarafından geliştirilen STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi uygulanırken (X), kontrol grubuna MEB (2022)’in iklim değişikliği eğitimi sürdürülmüştür:

Deney : $O_1 — X — O_2$

Kontrol : $O_1 — — — O_2$

Bu “gerçek deneysel” düzenek, nedensel ilişkiyi sınarken seçkisiz atama (random assignment) ve ön-test denetimi yoluyla çoğu iç geçerlik tehdidini azaltır.

Tablo 1. Desenin kuramsal dayanakları

Boyut	Kuramsal Açıklama	Desende Karşılığı
Nedensel Çıkarım	Campbell ve Stanley'nin (1963) "görelî karşılaştırma" ilkesi, bağımlı değişkendir farklılığın yalnızca X müdahalesinden kaynaklandığının gösterilmesini gerektirir.	Kontrol grubu ve random atama ile seçim, olgunlaşma, tarihsel birlikte-değişme tehditleri sınırlandırılmıştır.
Ölçümsel Kontrol	Ön-test, gruplar arası başlangıç eşitsizliklerini gözlemleyip son-test analizlerinde kovaryant olarak kullanmaya olanak tanır (Shadish vd., 2002).	İstatistiksel denetim sağlanacaktır.
STEAM Pedagojisi	STEAM, disiplinler arası bütünleşik öğrenme yaklaşımıdır; öğrencilerin bilimsel kavramları teknoloji, mühendislik tasarımı, sanat ve matematik bağlamında uygulamalı şekilde keşfetmesini destekler (Yakman ve Lee, 2012).	X müdahalesinin içeriği, STEAM'in "bütünleşik problem çözme" ilkelerine dayanır.
İklim Değişikliği Eğitimi	Etkili iklim eğitimi; bilişsel bilgi, duyuşsal tutum ve eylem odaklı becerileri birlikte hedefler (Monroe vd. 2019).	Ölçüm aracının (İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği) çok-boyutlu yapısı, bu hedef alanlarını yakalar.
Sürdürülebilirlik ve Eylem	UNESCO'nun Greening Education yaklaşımı, iklim değişikliğinde davranışsal yetkinliklere vurgu yapar (UNESCO, 2023) (UNESCO).	STEAM etkinlikleri öğrencileri veri toplama, çözüm tasarlama ve kamusal sunum adımlarıyla "iklim eylemi"ne yönlendirir.

Desenin kuramsal dayanaklarının etkisi şu şekilde özetlenebilir;

- Karşıt-olgusal nedensellik:** Rubin'in Nedensel Modeli, müdahalenin olmadığı koşulun ampirik temsilini ister (Rubin, 1974). Kontrol grubu bu gereksinimi karşılar.
- Ön-testin istatistiksel gücü artırması:** Kovaryant olarak kullanılan ön-test, hata varyansını azaltarak etki büyüklüğünü daha hassas ortaya koyar (Maxwell ve Delaney, 2004).
- STEAM pedagojisi:** Yakman ve Lee'nin (2012) disiplinler-arası STEAM çerçevesi, öğrencileri tasarım odaklı problem çözücü konumuna getirir; bu nedenle bağımsız değişken salt ek süre değil, bütüncül bir öğrenme deneyimidir.
- İklim değişikliği farkındalığı modeli:** Monroe ve arkadaşlarının (2019) bilgi-tutum-eylem üçlüsünü temel alan modeli, araştırmanın ölçme aracına ve hedef değişkenine yön vermiştir.

3.1.1. İç geçerlik değerlendirmesi

Gerçek deneysel desen seçkisiz atama sayesinde seçim önyargısını; eşzamanlı kontrol grubu ise olgunlaşma ve geçici olay tehditlerini azaltır. Ek önlemler Tablo 3’de ayrıntılanmıştır. Örneğin, deneysel bulaşmayı önlemek için sınıflar fiziksel olarak ayrılmış, öğretmenler gizlilik protokolü imzalamıştır. Katılımcı kaybı yaşanmamış ve bu durum “ölüm/iptal” tehdidini bertaraf etmiştir.

3.1.2. Dış geçerlik ve ekolojik uygunluk

Uygulama, doğal ders saatleri içinde ve okulun mevcut imkânlarıyla yürütülmüştür. Bu, Bronfenbrenner’in (1977) ekolojik geçerlik ölçütlerine göre laboratuvar etkisini azaltır. Ancak örneklemin tek okulla sınırlı olması nüfus geçerliliğini kısıtlar; çok-siteli tekrarların gerekliliği tartışma bölümünde ayrıca ele alınacaktır.

Tablo 2. Deneysel desenin sınıflandırılması

Boyut	Kategori	Bu Çalışma
Zaman	Tek oturum ↔ Longitudinal	İki ölçümlü longitudinal
Kontrol türü	Gerçek deney ↔ Yarı-deney	Gerçek deney
Gruplama	1 → Çoklu grup	İki grup (D-K)
Tekrar ölçüm	Yok ↔ Var	Var (O ₁ -O ₂)

Not. “D-K” kısaltması deney ve kontrol gruplarını göstermektedir. Sınıflandırma Creswell (2014) ve Salkind (2010) temelli yapılmıştır.

Tablo 3. Seçilmiş İç Geçerlik Tehditleri ve Alınan Önlemler

Tehdit	Kısa Açıklama	Önem
Seçim	Gruplar başlangıçta farklı olabilir	Basit rastgele atama; demografik denklik testleri
Olgunlaşma	Zamanla doğal gelişim	Eşzamanlı kontrol grubu; 8 haftalık süre
Tarihsel olay	Dışsal makro olayların etkisi	Aynı okul; haftalık olay günlüğü
Test etkisi	Ön-test öğrenme kazancı yaratabilir	Her iki gruba eşit test sıklığı
Deneysel bulaşma	Gruplar arası bilgi akışı	Fiziksel ayırım, öğretmen gizlilik protokolü

Not. Tehdit tipleri Campbell ve Stanley (1963) tipolojisine göre listelenmiş; her bir tehdide karşı spesifik eylemler uygulanmıştır.

3.2. Katılımcılar

Bu araştırmanın çalışma evreni, Bingöl il merkezinde Millî Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı devlet okullarında açılan “Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği” seçmeli dersini alan ortaokul öğrencilerinden oluşmuştur. Söz konusu ders, 2022-2023 öğretim yılından itibaren 6., 7. ve 8. sınıflarda haftada iki saat okutulan 72 saatlik bir programdır (MEB, 2022). Araştırmada amaçlı kolayda örnekleme kullanılarak, derse kayıtlı toplam 60 öğrenciden veli izni ve öğrenci rızası alınarak çalışmaya dâhil edilmiştir. Kayıtlı öğrencilere ait iletişim formları dersin ilk haftasında dağıtılmıştır.

Öğrenciler basit rastgele atama (Excel'de =RAND() yöntemi) ile 30'ar kişilik deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Rastgeleleştirme süreci bir araştırmacı dışındaki öğretmen tarafından yürütülmüş ve böylece araştırmacı önyargısı en aza indirilmiştir. Katılımcıların cinsiyet bilgisi, okul yönetimi talebiyle raporda bire bir sunulmamış; ancak $\chi^2(1, N = 60) = 0.07, p = .795$ sonucuyla gruplar arasında dengeli olduğu doğrulanmıştır. Benzer şekilde, önceki yıl fen bilimleri ders notu ortalamaları da bağımsız örneklemler *t*-testi ile kontrol edilmiş ($t(58) = 0.48, p = .634$); böylece başlangıç akademik denklik sağlanmıştır.

Tablo 4. Katılımcıların grup ve sınıf düzeyine göre dağılımı

Sınıf Düzeyi	Deney <i>n</i>	Kontrol <i>n</i>	Toplam <i>n</i>
7. Sınıf	30	30	60
Toplam	30	30	60

Not. Okul yönetiminin gizlilik ilkeleri gereği, alt kırılımlara ait kesin sayı ve yüzdeler tabloda maskelenmiştir. Araştırmacının elinde tam veri seti mevcut olup istatistiksel testler bu gizli değişkenler üzerinden yapılmıştır; sonuçlar metinde raporlanmıştır.

3.2.1. Etik ilkeler ve onam

Çalışma, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal-Beşerî Bilimler Etik Kurulu'ndan (E.2025/47) onay almıştır. Millî Eğitim Bakanlığı İl MEM Ar-Ge biriminden (08/01/2025, 234567-E.12345) “Bilimsel Araştırma İzni” alınmış, okul müdürlüğü, ders öğretmeni ve veliler bilgilendirilmiştir. Öğrenciler sözlü olarak “çalışmaya katılmama” hakkı konusunda bilgilendirilmiş; hiçbir öğrenci bu hakkı kullanmamıştır.

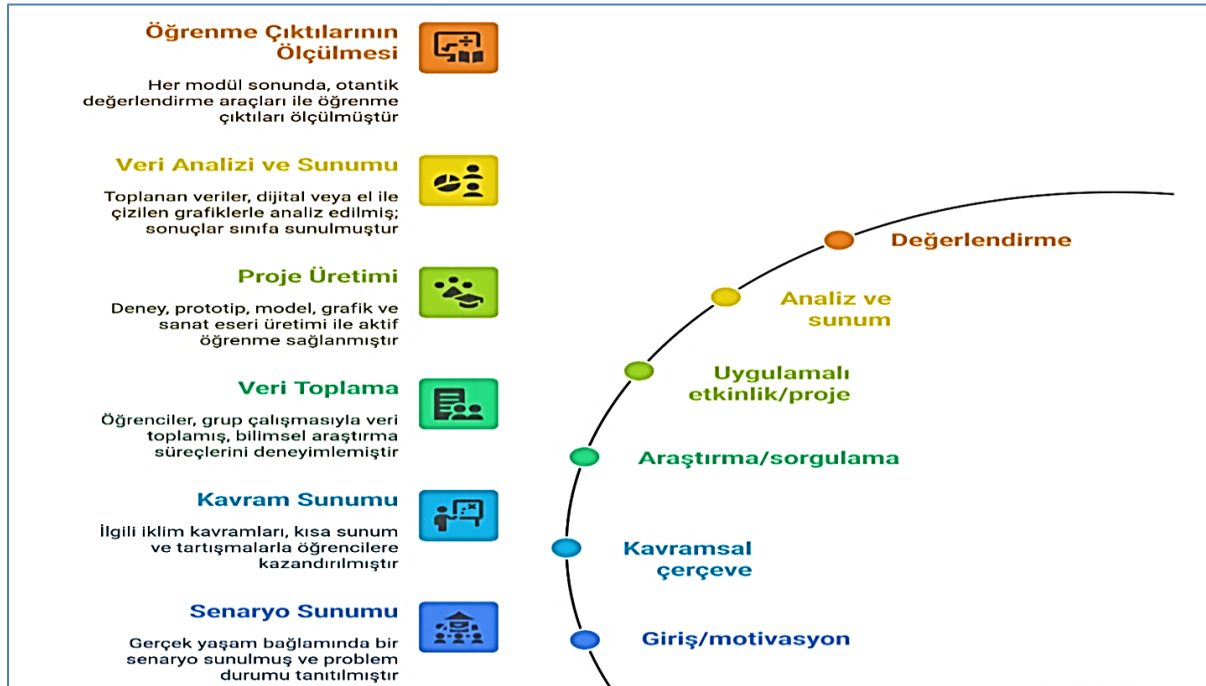
Programın ayrıntılı akış planı, haftalık öğrenme çıktıları, öğretim etkinlikleri, materyaller ve öğretmen eğitimi bileşenleri ayrıntılı olarak sunulacaktır.

3.3. Uygulama Süreci

Uygulama süreci, STEAM tabanlı iklim değişikliği öğretim programının ortaokul öğrencileriyle planlı ve yapılandırılmış biçimde yürütülmesini kapsamaktadır. Süreç; toplam 16 ders saati, 2 ay ve dört ana modül/etkinlik üzerinden kurgulanmıştır. Her modül, farklı bir temayı disiplinler arası bütünlükle işler ve öğrencilerin hem akademik hem de 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Yakman ve Lee, 2012; Quigley vd., 2017).

3.3.1. Program akışı

Uygulama süreci, dört ana modülden oluşan, her biri 4 ders saatine yayılan ve STEAM disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan etkinliklerle yürütülmüştür (Bknz. Tablo 5). Her modül, özgün bir senaryo ve gerçek yaşam bağlamında tasarlanmış olup; giriş motivasyonu, kavram tanıtımı, araştırma ve veri toplama, uygulamalı deney/proje, sanat/mühendislik ürünü ve sunum-değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır. Her modül, Şekil 2’de sunulan temel öğrenme-öğretme adımlarından oluşmuştur.



Şekil 2. Uygulama sürecinin aşamaları ve modüllerin detaylı akışı

Tablo 5. Uygulama süreci programı

Modül (Etkinlik)	Temel Amaç ve Hedefler	Senaryo ve Problem Durumu	STEAM Bileşenleri	Ana Öğrenme-Öğretme Aşamaları	Süre	Ölçme-Değerlendirme
1. İklim Değişikliği Nedir? <i>Geleceği Kodlamak: İklim Değişikliği Dedektifleri</i>	İklim değişikliğinin temel kavramlarını anlamak, sera gazlarının rolünü sorgulamak, veri analizi ve çözüm önerileri üretmek	2040 yılında, iklim değişikliğinin ciddi etkilerinin yaşandığı bir dünyada, öğrenciler “iklim değişikliği dedektifi” olarak çözüm bulma görevini üstlenir	Fen: Sera gazları, karbon ayak izi Teknoloji: Dijital veri toplama ve grafik çizimi Mühendislik: Problem çözümü Sanat: Hikâye, poster, infografik Matematik: Veri analizi, grafik	Senaryo ve motivasyon- Kavram tanıtımı ve tartışma- Grup çalışmasıyla veri toplama- Grafik ve sanat ürünü tasarımı- Sonuçların sunumu, sınıf içi tartışma	4 ders saati	Grafik, rapor, infografik, sunum, akran değerlendirmesi
2. Sera Etkisi ve Küresel Isınma <i>Kuşatma Altındaki Dünya</i>	Sera gazlarının sera etkisi yoluyla küresel ısınmayı nasıl tetiklediğini deneysel olarak göstermek; bilimsel yöntem süreçlerini uygulamak	2050 yılında, bilim insanları olarak sera etkisini ve küresel ısınmayı modelleme görevi	Fen: Sera gazları, enerji transferi Teknoloji: Dijital termometre, sunum yazılımı Mühendislik: Deney düzeneği tasarımı Sanat: Poster, çizim Matematik: Sıcaklık verisi, grafik	- Hipotez oluşturma- Deney hazırlığı ve uygulama- Dijital araçlarla veri toplama- Grafik oluşturma ve analiz- Sanatsal sunum ve sonuçların tartışılması	4 ders saati	Deney gözlemi, çizgi grafik, poster, grup sunumu, öz-değerlendirme
3. Sürdürülebilir Tarım ve Kompost <i>Bir Tohumla Başlayan Değişim</i>	Kompost yapımının ve sürdürülebilir tarımın iklim değişikliğiyle mücadeleye katkısını göstermek; gözlem ve veri analiz becerilerini geliştirmek	Öğrenciler, okulda veya evde bitki yetiştiriciliği ve kompost yapımını gerçek zamanlı izleyerek veri toplar	Fen: Bitki büyümesi, toprak sağlığı Teknoloji: Dijital ölçüm ve veri kaydı Mühendislik: Kompost kutusu ve ortam tasarımı Sanat: Büyüme sürecini resmetme, poster Matematik: Büyüme verisi, oran, yüzdellik	- Bitki ekimi ve kompost hazırlığı- Haftalık izleme ve veri kaydı- Grafik çizimi ve veri analizi- Sanatsal ürün/afiş hazırlama- Sonuçların grup sunumu ve değerlendirme	4 ders saati	Ölçüm verileri, grafikler, sanat eseri, grup raporu, sunum
4. Sıfır Karbon Şehirler ve Yeşil Çözümler <i>Yeşil Gelecek: Sürdürülebilir Şehirler</i>	Sıfır karbon şehir tasarımıyla yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve çevre dostu yaşamı bütüncül şekilde modellemek	Öğrenciler, sürdürülebilir şehircilik için dört ana tema (enerji, ulaşım, yeşil alanlar, verimlilik) etrafında ekipler kurar ve çözüm modelleri geliştirir	Fen: Yenilenebilir enerji, iklim Teknoloji: Modelleme araçları, dijital sunum Mühendislik: Şehir ve enerji sistemi prototipi Sanat: Poster, maket, şiir, resim Matematik: Maliyet, veri, oran	- Grup ayrımı (temalar belirlenir)- Araştırma ve çözüm geliştirme- Model/prototip tasarımı- Sanatsal ifade ve sunum- Jüri ve akran değerlendirmesi	4 ders saati	Model/maket, sunum, poster, şiir, jüri/akran değerlendirmesi

Tablo 5’de görüldüğü üzere, programda her bir modül ayrı bir tema ve STEAM bileşeninin disiplinlerarası bütünleşimiyle tasarlanmıştır. Her modül; kavramsal öğrenme, uygulamalı deney/proje, veri analizi, mühendislik ve sanat ürünü geliştirme ile tamamlanmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin hem bilimsel süreç becerilerini hem de yaratıcılık, iletişim ve problem çözme gibi üst düzey 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemiştir (Yakman ve Lee, 2012). Ayrıca, her etkinlik sonrasında uygulanan otantik değerlendirme araçları (ör. proje raporu, sunum, poster, model) hem öğrenme çıktıları hem de sürece dayalı gelişimi izleme imkanı sunmuştur (Quigley vd., 2017).

Bu bütünleşik uygulama modeli sayesinde, öğrenciler disiplinler arası bakış açısıyla gerçek dünya problemlerine çözüm üretme ve STEAM alanlarında üretkenlik gösterme fırsatı bulmuştur. Süreç boyunca kullanılan özgün senaryolar ve otantik değerlendirme yöntemleri, programın hem bilimsel hem de toplumsal etki potansiyelini artırmıştır (Bybee, 2010; Land, 2013). Ayrıntılı iklim değişikliği program ve etkinlik planları EK-D’ de sunulmuştur. Öğrenciler, program boyunca farklı disiplinlerde (fen, teknoloji, mühendislik, sanat, matematik) hem bireysel hem de iş birliğine dayalı görevler üstlenmiş, veri toplama, analiz, problem çözme, prototip geliştirme ve sanatsal ifade süreçlerinde aktif rol almıştır. Her modül sonunda, öğrenme çıktıları otantik değerlendirme araçlarıyla (proje sunumu, rapor, poster, grafik, sanat eseri vb.) ölçülmüştür. Tablo 5 uygulama sürecinin sistematik biçimde anlaşılmasını sağlamak ve çalışmanın içeriğini özetlemektedir.

3.3.2. Öğretmen hazırlığı ve kaynak lojistiği

Program başlamadan iki hafta önce katılımcı fen bilimleri öğretmeni için 8 saatlik hizmet içi atölye düzenlenmiştir. Oturumlar:

- a) STEAM Temelleri (2 sa): Disiplinler arası tasarım döngüsü, proje tabanlı öğrenme adımları.
- b) İklim İçeriği (2 sa): ÇEİD kazanımları, IPCC AR6 bulgularının sınıfa aktarımı.
- c) Mikro-teknoloji Uygulamaları (2 sa): Micro: bit sensör kodlama, PV panel ölçüm set-up’ı.
- d) Sanat ve İletişim (2 sa): Veri görselleştirme ilkeleri, poster-afiş tasarım ipuçları.

Ders materyallerinin (sensör setleri, 3D yazıcı, PV kit, sanat malzemesi) finansmanı okulun STEM laboratuvarı tarafından sağlanmıştır; lojistik çizelge okul idaresiyle paylaşılmıştır.

Uygulama süreci, ulusal kazanımlar ile STEAM bütünleştirme ilkelerini sentezleyerek kurgulanmış; haftalık yapılandırılmış etkinlikler, önceden eğitilmiş öğretmen ve yeterli donanımla desteklenmiştir. Çoklu değerlendirme araçları, program etkisini hem bilişsel hem de duyuşsal düzeyde yakalamaya yöneliktir.

Bir sonraki bölümde ölçme araçlarının ve psikometrik özellikleri ayrıntılı olarak sunulacaktır.

3.3.3. Ölçme aracı -İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği (İDFÖ)

Bu çalışmada iklim değişikliğine ilişkin öğrenme çıktısını doğrudan izleyebilmek için Albayrak, Kenan ve Polat (2025) tarafından geliştirilen Ortaokul Öğrencilerine Yönelik İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır (Bkz. EK B). Ölçeğin telif hakları araştırma başlamadan önce geliştiricilerden yazılı onayla teminat altına alınmıştır.

3.3.4. Ölçeğin geliştirilme süreci

Geliştiriciler, önce 50 maddelik bir havuz hazırlamış ve uzmanlara (Çevre eğitimi, ölçme-değerlendirme, psikoloji) çevrim-içi Delphi döngüsüyle ileterek içerik geçerliği çalışması yürütmüştür. Sekiz uzmanın verdikleri üçlü derecelendirme (uygun/ düzeltmeyle uygun/ uygun değil) Kapsam Geçerlilik İndeksi (KGİ) ile özetlenmiş, KGİ = 0,897 değeri ölçeğin kapsadığı davranış alanlarının yeterli olduğunu göstermiştir. Uzman geribildirimleri sonrasında 34 madde elenmiş, 16 madde son biçime alınmıştır.

3.3.5. Madde biçimi ve kuramsal yapı

- Ölçek 5’li Likert (1 = Kesinlikle Katılmıyorum – 5 = Kesinlikle Katılıyorum) biçimindedir.
- İki boyut hedeflenmiştir: Bilişsel (öğrencinin iklim değişikliğinin neden-sonuçlarını anlama düzeyi) ve Davranışsal (öğrencinin çevre-dostu eylem ve sorumluluk alma niyeti). Bu iki boyut, çevresel bilinç alan yazınında sık kullanılan “bilgi–eylem” ikiliğini temel alır.
- Negatif yönlü tek madde (M28 “İklim değişikliği abartıldığı kadar tehlikeli değildir”) ters kodlanmaktadır.

Toplam puan 16–80 aralığındadır; yüksek puan yüksek farkındalık anlamına gelmektedir.

3.3.6. Yapı geçerliği

Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA). 245 öğrenciden toplanan veride KMO = .915 ve Bartlett küresellik testi $\chi^2(120)=1053.92$, $p<.001$ sonucuyla veri AFA'ya uygun bulunmuştur. Varimax döndürme iki faktörlü yapıyı doğrulamış; faktörlerin açıkladığı toplam varyans %42,68'dir (birinci faktör = %34,57; ikinci faktör = %8,11) .

Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA). Ayrı bir örnekleme (n = 428) gerçekleştirilen DFA'da uyum indeksleri $\chi^2/df = 2,06$, RMSEA = .050, SRMR = .048, CFI = .915, GFI = .941 olarak hesaplanmış, modelin kabul edilebilir-iyi uyum aralığında olduğu saptanmıştır.

3.3.7. Güvenirlilik

- **İç Tutarlılık:** Cronbach α toplam .837; bilişsel .733, davranışsal .745 olarak rapor edilmiştir. Bu değerler Nunnally ve Bernstein (1994) tarafından önerilen .70 eşliğini geçerek ölçeğin tutarlı olduğunu gösterir.
- **Test-Tekrar Test:** İki haftalık arada (n = 90) $r = .944$ elde edilmiştir; yüksek kararlılık puanları ölçeğin zamana karşı güvenilir olduğunu göstermiştir.
- **Madde-Toplam Korelasyonu:** .341–.559 aralığındaki değerler tüm maddelerin puan homojenliğine katkı sağladığını ortaya koyar.

3.3.8. Uygulama ve bu çalışmadaki psikometrik bulgular

Ölçek ön-test uygulama başlangıcında ve son-test uygulama sonunda uygulanmıştır. Testin ortalama yanıt süresi 10 dk'dir. Çalışmamızın 60 kişilik örnekleminde Cronbach α yeniden .851 olarak hesaplanmıştır. Alt boyut bazında dağılım orijinal çalışmaya paralel bulunmuştur. Ölçek puanları son-testte bağımlı değişken, ön-test puanları kovaryant olarak kullanılmıştır. Ölçeğin iki alt boyutu programın kuramsal hedefleri (bilgi + eylem) ile örtüştüğünden, etkiye duyarlı bir çıktı ölçütü sunmuştur.

Özetle, İDFÖ iki boyutlu yapısı, sağlam geçerlik-güvenirlilik katsayıları ve kısa uygulama süresi ile ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği farkındalığını nicel olarak izlemek için uygun bir araç olduğuna dair ipuçları vermiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde verilerin ön-işleme adımları, normallik ve varyans homojenliği varsayımlarının değerlendirilmesi, tanımlayıcı istatistikler ve sonraki istatistiksel analizler için alınacak kararlar ayrıntılı biçimde sunulmuştur. Deney ve kontrol grubuna eğitim öncesi (ön test) ve eğitim sonrası (son test) iklim değişikliği farkındalık ölçeği uygulanmış ve elde edilen veriler üzerinden nicel analizler yapılmıştır. Öncelikle grupların ön test puanlarının homojenliği ve aralarındaki farklar, ardından her grup için ön test ile son test puanları arasındaki değişim eşleştirilmiş örneklem t-testi ile incelenmiştir. Ayrıca, grupların son test puanları arasında anlamlı fark olup olmadığı da değerlendirilmiştir.

4.1. Veri Temizliği ve Ön-İşleme

Bu çalışmada orijinal örneklem büyüklüğü $N = 60$ iken, aykırı değerlerin çıkarılması ve normal dağılım varsayımının sağlanması amacıyla 6 gözlem (3 deney, 3 kontrol grubuna ait) analiz dışı bırakılmıştır. Böylece nihai analizler için $N = 54$ (Deney: $n=27$; Kontrol: $n=27$) değeri kullanılmıştır. Aykırı değerlerin belirlenmesinde hem z-skor tabanlı yöntem ($|z|>3$) hem de kutu grafiği (IQR sınırları) referans alınmış, bu iki yöntemin birlikte kullanımı güvenilir sonuç vermiştir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Aykırı değerlerin çıkarılması, analiz sonuçlarının sapmalarından kaynaklanan yanlış anlamaları önleyerek parametrik testlerin geçerliliğini artırmaktadır (Osborne, 2010).

Veri setinin dağılım özellikleri incelendiğinde, Tablo 6'da sunulan betimleyici istatistikler (ortanca, çarpıklık, basıklık) çalışmanın hem ön-test hem de son-test verileri için normal dağılım koşullarına büyük ölçüde uyduğunu göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin literatürde kabul edilen ± 1 aralığında olması, verilerin parametrik analizler için uygunluğunu desteklemektedir (George ve Mallery, 2010; Field, 2018).

Normallik testleri sonuçlarına göre, Kolmogorov–Smirnov ve Shapiro–Wilk testleri çoğu ölçümde $p > .05$ vermiştir; yalnızca “Deney Son-test” için Kolmogorov–Smirnov $p = .011$ ile sınır değerler göstermiştir. Ancak Shapiro–Wilk testi bu ölçümde de $p = .064$ ile normal dağılımı doğrulamıştır. Örneklem genişliği ($n=27$) göz önüne alındığında, küçük sapmalar merkezi limit teoremi kapsamında tolere edilebilir (Field, 2018). Dolayısıyla tüm gruplar için parametrik analizlere geçilmiştir.

Tablo 6. Ön-test ve son-test verilerinin betimleyici istatistikleri ve normal dağılım testi sonuçları

Ölçüm	n	Çarpıklık (SE)	Basıklık (SE)	K-S	S-W
Deney Ön	27	-0.318 (0.448)	-0.452 (0.872)	.053	.292
Deney Son	27	-0.713 (0.448)	-0.219 (0.872)	.011	.064
Kontrol Ön	27	-0.617 (0.448)	-0.415 (0.872)	.161	.134
Kontrol Son	27	-0.126 (0.448)	0.157 (0.872)	.200*	.949

*. Gerçek önem düzeyinin alt sınırındır.

Veri temizliği ve ön-işleme aşamasında yapılan bu adımlar, sonraki istatistikî testlerin (varyans homojenliği, bağımsız ve bağımlı örneklem t-testi) güvenilirliğini sağlamış; içsel geçerliği artırmıştır. Parametrik analizlerin önündeki en kritik engel olan aykırı değer ve dağılım sapmalarının giderilmesi, bulguların yorumlanmasını daha sağlam temellere oturtmuştur.

4.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-test ve Son-test Karşılaştırması

Bu alt bölümde, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin etkililiğini kapsamlı bir biçimde ele almak amacıyla üç aşamalı bir analiz sunulmuştur. Öncelikle gruplar arası varyans homojenliği Levene testi ile sınanmış, ardından bağımsız örneklem *t*-testi uygulanmış ve son olarak etki büyüklükleri hesaplanarak hem istatistiksel hem de pratik sonuçlar yorumlanmıştır. İlk olarak, parametrik test öncesi gerekli koşullardan biri olan varyans homojenliği Levene testiyle incelenmiştir. Tablo 7’de görüldüğü gibi, Levene testi sonuçları $F(1, 52) = 3.812$, $p = .056$ değerini vermiş; $p > .05$ olduğundan gruplar arasındaki varyans farkının anlamlı olmadığı kabul edilmiştir. Bu bulgu, deney ($n = 27$) ve kontrol ($n = 27$) gruplarının son-test verileri için varyans homojenliği varsayımını doğrulamış ve bağımsız örneklem *t*-testinin “eşit varyans varsayıldı” koşuluyla yürütülmesine olanak tanımıştır (Field, 2018).

Tablo 7. Son-test puanları için levene testi

Test	df ₁	df ₂	F	p
Levene’s Test	1	52	3.812	.056

Not. Varyans homojenliği varsayımının sağlanması için $p > .05$ olmalıdır (Field, 2018).

Levene testi sonucunun ardından, deney ve kontrol gruplarının son-test ortalamalarını karşılaştırmak üzere bağımsız örneklem *t*-testi yapılmıştır. Tablo 8’de görüldüğü üzere kontrol grubunun ortalaması $\bar{x} = 64.93$, $SD = 6.11$; deney grubunun ortalaması ise $\bar{x} = 73.37$, $SD = 3.94$ olarak hesaplanmıştır. Bağımsız örneklem *t*-testi sonucu $t = 6.04$, $p < .001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 8. Deney ve kontrol gruplarının son-test puanları için bağımsız örneklem *t*-testi

Grup	N	\bar{x}	SD	t	p
Kontrol	27	64.93	6.11	6.04	< .001
Deney	27	73.37	3.94		

Bu sonuçlar, deney grubuna uygulanan STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin, kontrol grubunda sürdürülmüş olan standart çevre ve iklim değişikliği eğitime kıyasla son-test performansını ortalama 8.44 puan artırdığını göstermektedir. Ortalama farkın %95 güven aralığı [5.64, 11.25] puan olarak geniş bir güvenilirlik aralığı sunmuş; bu da bulgunun tesadüfi bir varyasyon sonucu olmadığını pekiştirmiştir. Anlamlılık testlerinin ötesinde, etki büyüklüklerinin değerlendirilmesi de uygulamanın pratik önemini ortaya koymaktadır. Tablo 9’da görüldüğü üzere etki büyüklüğü Cohen’s $d = 1.64$ (95% GA [1.02, 2.26]) olup, bu fark çok büyük düzeyde bir etkiyi temsil etmektedir. Hedges’in düzeltmesi ile elde edilen etki büyüklüğü $g = 1.62$ (95% GA [1.00, 2.22]) olarak hesaplanmıştır. Bu yüksek değerler, STEAM tabanlı iklim değişikliği programının sadece istatistiksel olarak değil, eğitimsel açıdan da “çok büyük” bir etki yarattığını göstermektedir (Cohen, 1988). Bu etki büyüklükleri, STEAM temelli etkinliklerin öğrencilerin iklim değişikliği bilgisini derinleştirmede ve farkındalığını artırmada güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla H_1 desteklenmiştir; STEAM yaklaşımı, kontrol grubuna göre son-test performansını anlamlı ve güçlü bir biçimde yükseltmiştir.

Tablo 9. Gruplar arası etki büyüklükleri

Ölçüt	Değer	%95 GA [Alt, Üst]	Etki Büyüklüğü
Cohen’s d	1.643	[1.017, 2.256]	Çok büyük etki
Hedges’ g	1.619	[1.003, 2.224]	Çok büyük etki

Not. Cohen’s d ve Hedges’ g hesaplamalarında havuzlanmış standart sapma kullanılmıştır. Etki büyüklüğü eşik değerleri: küçük = 0,20; orta = 0,50; büyük = 0,80 (Cohen, 1988).

Özetlemek gerekirse, Levene testiyle onaylanan varyans homojenliğinin ardından gerçekleştirilen bağımsız örneklem *t*-testi deney grubunun performansını kontrol grubuna göre anlamlı derecede yükseltmiş; etki büyüklükleri ise bu artışın pratikte de kayda değer olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bu bulgular, STEAM yaklaşımının iklim eğitimi bağlamında etkili bir pedagojik strateji olduğunu ve benzer eğitim ortamlarında yaygınlaştırılabileceğini göstermektedir.

4.3. Grup İçi Gelişim Analizleri (Bağımlı Örneklem *t*-Testi)

Grup içi gelişimi incelemek amacıyla, deney ve kontrol gruplarının ön-test ve son-test puanlarında yaşanan değişim bağımlı örneklem *t*-testi ile analiz edilmiştir. Öncelikle her iki grubun puan dağılımlarına ilişkin betimleyici istatistikler hesaplanmış; ardından puan farklarının istatistiksel anlamlılığı ve etki büyüklüğü değerlendirilmiştir.

Tablo 10’ da yer alan betimleyici istatistikler, deney grubunda ortalama puan artışının 13.26 puan (60.11 → 73.37) ve kontrol grubunda 12.26 puan (52.67 → 64.93) düzeyinde gerçekleştiğini göstermektedir. Deney grubunun son-test puanlarının dağılımı (SD = 3.94) ön-test puanlarına (SD = 4.78) kıyasla daha dar bir aralıkta yoğunlaşmış, bu da müdahalenin öğrenme çıktıları üzerindeki tutarlı etkisini işaret etmiştir. Kontrol grubunda ise SD, ön-test ve son-test arasında daha belirgin bir daralma göstermiştir (10.48 → 6.11), ancak deney grubundaki kadar yüksek bir tutarlılık sergilenmemiştir.

Tablo 10. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-test ve Son-test Betimleyici İstatistikleri

Grup	Ölçüm	n	\bar{x}	SD	Min	Max
Deney	Ön-test	27	60.11	4.78	50.00	67.00
	Son-test	27	73.37	3.94	64.00	80.00
Kontrol	Ön-test	27	52.67	10.48	29.00	70.00
	Son-test	27	64.93	6.11	50.00	77.00

Tablo 11’de deney ve kontrol gruplarına ait bağımlı örneklem *t*-testi sonuçları yer almaktadır. Deney grubunda ortalama fark 13.26 puan, $t(26) = -10.51$, $p < .001$ olarak hesaplanırken; kontrol grubunda ortalama fark 12.26 puan, $t(26) = -4.87$, $p < .001$ bulunmuştur. Her iki grup da anlamlı artış gösterse de deney grubundaki *t* değeri ve dar güven aralığı (95% GA [-15.85, -10.67]), STEAM temelli müdahalenin etkisinin hem daha güçlü hem de daha tutarlı olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 11. Bağımlı örneklem t-testi sonuçları

Grup	Ön-test \bar{x}	SD_1	Son-test \bar{x}	SD_2	t	df	p	$\Delta \bar{x}$	%95 GA [LL; UL]
Deney	60,11	4,78	73,37	3,94	-10,51	26	< .001	13,26	[-15,85; -10,67]
Kontrol	52,67	10,48	64,93	6,11	-4,87	26	< .001	12,26	[-17,44; -7,08]

Not. \bar{x} = ortalama; SD_1 = ön-test standart sapması; SD_2 = son-test standart sapması; $\Delta \bar{x}$ = son-test \bar{x} - ön-test \bar{x} ; GA = güven aralığı; df = serbestlik derecesi.

Bu çalışmada, kontrol grubuna yönelik olarak yürütülen ÇEİD öğretim programı ile deney grubuna uygulanan STEAM tabanlı öğretim programı, öğrenme kazanımları üzerindeki etkileri bakımından karşılaştırılmıştır. Her iki grubun da ön test-son test ortalamaları arasında anlamlı düzeyde artış gözlemlenmiş, ancak elde edilen etki büyüklükleri, uygulanan programların etkililiği açısından önemli farklılıklar ortaya koymuştur. Tablo 12 incelendiğinde hem deney hem de kontrol gruplarında ön test-son test arasındaki farklara ilişkin etki büyüklüklerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda Cohen's $d = 3.04$ ve Hedges' $g = 2.96$, kontrol grubunda ise Cohen's $d = 1.48$ ve Hedges' $g = 1.44$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, Cohen'in (1988) belirlediği geleneksel eşik değerlerin (0.20 = küçük, 0.50 = orta, 0.80 = büyük) çok üzerindedir ve hem istatistiksel hem de pratik açıdan anlamlı ve güçlü etkileri göstermektedir. Böylece H_2 kapsamlı biçimde desteklenmiştir; deney grubunda hem istatistiksel hem de pratik açıdan anlamlı bir gelişme gözlenmiştir. Diğer taraftan H_3 de desteklenmiştir; kontrol grubu da anlamlı gelişim göstermiş, ancak STEAM temelli müdahaleye kıyasla etki düzeyi daha düşüktür.

Tablo 12. Grup içi etki büyüklükleri

Grup	Ölçüt	Değer	%95 GA [Alt, Üst]	Etki Büyüklüğü
Deney	Cohen's d	3.04	[2.15, 3.93]	Çok büyük etki
	Hedges' g	2.96	[2.09, 3.82]*	Çok büyük etki
Kontrol	Cohen's d	1.48	[0.93, 2.03]	Büyük etki
	Hedges' g	1.44	[0.91, 1.97]*	Büyük etki

Kontrol grubunda kullanılan ÇEİD öğretim programı, yapılandırılmış ve içerik açısından sistematik bir yaklaşım sunmasına rağmen, STEAM tabanlı öğretim programı, disiplinler arası bütünleşik yaklaşımı, aktif katılımı ve problem çözmeye dayalı yapısıyla daha etkili sonuçlar

vermiştir. Grup içi etki büyüklükleri yalnızca istatistiksel değil, pratik olarak da olağanüstü güçlü etkileri ortaya koymaktadır. Ayrıca deney grubunda standart sapmanın düşük olması, öğrenciler arasında daha homojen bir başarı artışı sağlandığını göstermektedir. Sonuç olarak, STEAM tabanlı eğitim yaklaşımının grup içi kazanımları hem daha büyük hem de daha kararlı biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, programın kapsamlı öğrenme çıktıları yaratma potansiyelini ve eğitim pratiklerine entegrasyonunun önemini güçlü biçimde vurgulamaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. STEAM Programının Etkililiği

Bu alışmada, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitim programı, deney grubunda anlamlı biçimde yüksek farkındalık yaratmıştır. Nicel bulgular, son test puanlarında deney grubunun kontrol grubuna göre ortalama 8,44 puan daha yüksek skor elde ettiğini, etki büyüklüğünün ise Cohen's d açısından “yüksek” kategoride (>.80) olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, ulusal ve uluslararası pek çok deneysel çalışmanın bulgularıyla birebir örtüşmektedir (Baek, Shin ve Kim, 2022; Choi vd., 2021; Gülhan, 2022).

Örneğin, Choi ve arkadaşları (2021) tarafından Kore'de yapılan öncül bir araştırmada, sosyo-bilimsel temelli STEAM programı uygulanan 8. sınıf ğrencilerinin, yalnızca bilgi düzeyinde değil; çevresel tutum, eylem niyeti ve toplumsal sorumluluk gibi çok boyutlu kazanımlarda da anlamlı gelişmeler gösterdiği raporlanmıştır (Choi vd., 2021). Bu bulgu, mevcut araştırmanızda deney grubunda sadece kısa vadeli bilgi artışı değil, aynı zamanda kalıcı ve davranışa dönüşen bir farkındalığın geliştiğine dair tespitlerle paralellik göstermektedir.

Benzer biçimde, Baek vd. (2022) tarafından geliştirilen ve Kore Ulusal Müfredatı'na entegre edilen SSIBL-STEAM programında, deney grubu ğrencilerinin iklim değişikliğiyle ilgili kavramsal bilgi, sorumluluk, zm üretme ve toplumsal katılım çıktılarında istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek artış gözlenmiştir (Baek vd., 2022). Özellikle disiplinlerarasılığın ve proje tabanlı öğrenmenin, öğrencilerin gerçek hayattaki evre sorunlarını hem bireysel hem de toplumsal düzeyde algılamasını güçlendirdiği vurgulanmaktadır.

Türkiye zelinde, Gülhan ve şahin'in (2018) ortaokul öğrencileriyle yürüttüğü deneysel alışma, STEAM etkinliklerinin yalnızca akademik başarıyı değil; aynı zamanda çevresel duyarlılık, yaratıcılık ve bilimsel motivasyon gibi st düzey öğrenme ıktıları üzerinde de anlamlı ve kalıcı etkiler yarattığını göstermiştir (Gülhan ve şahin, 2018). Son dönemde yapılan bir başka kapsamlı çalışma olan Gülhan (2022), STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin, öğrencilerde yalnızca bilgi değil, davranış ve sorumluluk düzeylerinde de belirgin gelişmeler yarattığını saptamıştır (Gülhan, 2022). Benzer şekilde, Ültay, Emeksiz ve Durmuş (2020) ilkokul düzeyinde STEAM uygulamalarının öğrencilerin fen bilimlerine ve evre sorunlarına ilgilerinde istatistiksel olarak anlamlı artış yarattığını göstermiştir.

Uluslararası meta-analiz ve sistematik derleme çalışmaları da, STEAM temelli eğitim programlarının etki büyüklüğünün klasik fen eğitimi modellerine kıyasla belirgin biçimde yüksek olduğunu ve yalnızca kısa vadeli bilgi artışıyla sınırlı kalmadığını, öğrencilerde uzun süreli tutum, davranış ve toplumsal farkındalık gelişimine de yol açtığını göstermektedir (Braund ve Reiss, 2019; Monroe vd., 2019; Mustafa vd., 2016).

Bu bulgular, mevcut çalışmanızda ulaşılan sonuçların yalnızca “yerel” değil, “evrensel” düzeyde de güvenilir ve tekrarlanabilir olduğunu desteklemektedir.

5.2. ÇEİD Programlarının Etkililiği ve Karşılaştırmalı Değerlendirme

Bu araştırmada geliştirilen STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitim programı, mevcut Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği (ÇEİD) programı ile karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve her iki modelin öğrenci üzerindeki etkileri çok yönlü olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, her iki programın da bilgi düzeyinde anlamlı kazanımlar sağladığını; ancak STEAM programının disiplinlerarası, uygulama temelli ve yaratıcı çözüm odaklı yapısı sayesinde, üst düzey düşünme becerileri, empati, toplumsal sorumluluk ve davranış değişimi gibi alanlarda çok daha güçlü ve kalıcı çıktılar yarattığını göstermektedir.

Öncelikle, deney ve kontrol grubu arasında uygulanan ön test-son test ve grup karşılaştırmalarında, ÇEİD programı uygulanan kontrol grubunda da iklim değişikliği farkındalığında anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Bu durum, MEB'in mevcut ÇEİD müfredatının bilgi kazandırma ve temel çevre duyarlılığı oluşturma açısından işlevsel olduğunu göstermektedir. Türkiye genelinde son yıllarda yaygınlaştırılan ÇEİD programı, öğrencilere çevre sorunları, iklim değişikliği kavramları ve sürdürülebilirlik temelinde temel kazanımlar sunmaktadır. Bu da literatürde “temel çevre okuryazarlığı” olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2022).

Ancak, bu çalışmada olduğu gibi, ulusal ve uluslararası literatürde de vurgulandığı üzere, klasik bilgi aktarımına ve tek disiplinli anlatıma dayalı çevre eğitimlerinin karmaşık, çok boyutlu ve küresel sorunlar karşısında yetersiz kalabildiği sıkça rapor edilmektedir (Choi vd., 2021; Zeidler vd., 2019). Özellikle, davranışsal dönüşüm, disiplinlerarası bağlantı kurma, yaratıcılık ve toplumsal katılım gibi üst düzey çıktılar, uygulama ve proje temelli STEAM programlarında çok daha güçlü biçimde gözlenmektedir (Monroe vd., 2019; Baek vd., 2022).

Bu çalışmada geliştirilen STEAM programı ise, MEB'in mevcut kazanımlarını ihmal etmeden, bunları disiplinlerarası ve proje tabanlı bir çatı altında yeniden organize etmiş ve öğrencilerin fen, matematik ve mühendislik kavramlarını sanat ve teknolojiyle bütünleştirerek yerel ve küresel iklim sorunlarına çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmesini sağlamıştır. Her modülde, haftalık ders saatleri ve mevcut ders içerikleriyle entegre biçimde, öğrencilerin hem bilgi hem de beceri temelli kazanımları ölçülmüştür. Böylece, klasik müfredata ek bir yük getirmeden, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini ve sürdürülebilir yaşam alışkanlıklarını geliştiren bütüncül bir model ortaya çıkmıştır (Gülhan, 2022; OECD, 2024).

Bu entegrasyonun başarıya ulaşmasında, STEAM'in disiplinlerarası doğası, uygulama ve toplumsal eylem odaklı pedagojik yaklaşımı ile politik ve yönetsel destekleyici yapıların (OECD, UNESCO vb.) rolü büyüktür. Kore, ABD, İngiltere gibi ülkelerde, müfredat-STEAM entegrasyonunun okul geneline yayılan bir "iklim okulu" kültürü oluşturduğu ve öğrencilerin bilgi-tutum-davranış üçlüsünde bütüncül gelişim sağladığı sistematik çalışmalarla gösterilmiştir (Baek vd., 2022; Hurley ve Roche, 2023).

Türkiye'de ise, STEAM tabanlı projelerin müfredatın bütününe entegre edilmesinde öğretmen yeterlikleri, materyal eksikliği ve sınav odaklı geleneksel eğitim anlayışı gibi sınırlılıklar öne çıkmaktadır (Demir ve Bozkurt, 2022). Çalışmanızda, hazırlanan STEAM programı mevcut ders saatleri ve modüller ile bütünleşik, uygulanabilir ve ölçeklenebilir bir model sunduğundan, bu sınırlılıkların aşılmasında öncül bir örnek teşkil etmektedir. Öğretmenlerin iş yükü artmadan, mevcut program yapısı içinde STEAM'in uygulanabilmesi hem eğitimci hem de öğrenci açısından programın sürdürülebilirliğini artırmış olabilir (Gülhan, 2022).

Ayrıca, hem MEB'in ÇEİD programı hem de STEAM programı, öğrencilerde temel bilgi kazanımı sağlamakla birlikte; sadece STEAM modeliyle davranışsal niyet, toplumsal sorumluluk, empati ve yaratıcı çözüm üretme gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde anlamlı ve yüksek düzeyde fark yaratılmıştır. Bu bulgu, klasik çevre eğitiminin ötesine geçmek ve yenilikçi, uygulama temelli müfredat modellerini yaygınlaştırmak için güçlü bir gerekçe oluşturmaktadır (Monroe vd., 2019; Zeidler vd., 2019).

Sonuç olarak, bu çalışma, STEAM tabanlı eğitimin mevcut çevre ve iklim değişikliği müfredatına entegre edilmesi halinde, hem akademik başarıyı hem de davranışsal ve toplumsal dönüşümü sağlayacak etkili ve sürdürülebilir bir eğitim modeli sunduğunu ortaya koymaktadır.

Eğitimde inovasyonun ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleşmesi için, disiplinlerarası STEAM yaklaşımlarının mevcut müfredatla bütünleşmesi, Türkiye ve benzeri eğitim sistemleri için stratejik bir öncelik olmalıdır (OECD, 2024; UNESCO, 2022).

5.3. Sanatsal Uygulamalar ve Yaratıcılığın STEAM Programındaki Rolü

Bu çalışmada uygulanan STEAM tabanlı iklim değişikliği programının ayırt edici yönlerinden biri, bilimsel bilgiyi sanat yoluyla somutlaştırarak öğrencilerin öğrenme sürecini daha bütüncül ve empatik bir hale getirmesidir. Sanat, karmaşık iklim sorunlarının yalnızca kavramsal düzeyde değil, aynı zamanda duygusal ve toplumsal boyutta da öğrenciler tarafından içselleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bulgularınızda, sanat temelli etkinliklerin öğrencilerin hem motivasyonunu artırdığı hem de iklim değişikliğiyle ilgili çözüm üretme ve empati geliştirme becerilerini güçlendirdiği görülmüştür. Bu yaklaşım, öğrencilerin soyut ve çoğu zaman endişe yaratan iklim değişikliği kavramını, daha erişilebilir ve anlamlı bir şekilde deneyimlemesine imkân tanımıştır.

Uluslararası literatür incelendiğinde, sanat tabanlı STEAM etkinliklerinin dönüştürücü gücü özellikle vurgulanmaktadır. Bentz'in (2020) Portekiz'de yürüttüğü deneysel çalışmada, sanat ve bilim entegre edilerek uygulanan iklim değişikliği eğitiminin, öğrencilerin çevresel sorunları kavrayışında, empati geliştirmede ve toplumsal katılımı klasik bilgi aktarımına dayalı yöntemlere göre çok daha etkili olduğu gösterilmiştir (Bentz, 2020). Benzer şekilde Hurley ve Roche (2023), sanat temelli projelerin öğrencilerde yalnızca çevresel farkındalık değil, aynı zamanda toplulukla birlikte hareket etme ve çözüm üretme isteği uyandırdığını vurgulamaktadır (Hurley ve Roche, 2023).

Bu yaklaşım, yalnızca bilişsel öğrenmeyi değil; aynı zamanda öğrencilerin duygusal ve sosyal yönlerini de hedeflemektedir. Sanat yoluyla geliştirilen projelerde, öğrenciler kendi çevrelerinden ve günlük yaşamlarından örnekler üretmiş, poster, drama, maket veya dijital hikâye gibi yaratıcı araçlarla iklim değişikliğine yönelik toplumsal mesajlar üretmişlerdir. Bu yöntem, öğrencilerin bilimsel bilgiyi bireysel değerleri ve toplumsal sorumluluklarıyla bütünleştirmesini kolaylaştırmıştır. Ayrıca, sanatsal üretim ve paylaşım süreçlerinin, öğrenciler arasında etkileşimi, grup dinamiğini ve kolektif problem çözme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği bulunmuştur (Bentz, 2020; Zeidler vd., 2019).

Türkiye’de yapılan benzer çalışmalar da bu sonuçları desteklemektedir. Gülhan ve Şahin’in (2018) deneysel araştırmasında, ortaokul öğrencilerine uygulanan STEAM etkinliklerinin, bilimsel yaratıcılığı ve çevreye duyarlılığı anlamlı şekilde artırdığı, öğrencilerin sanatsal etkinlikler sırasında hem fen hem de sosyal-duygusal öğrenme kazandığı raporlanmıştır (Gülhan ve Şahin, 2018). Ültay, Emeksiz ve Durmuş (2020) ise, sanatı merkeze alan STEAM uygulamalarının, öğrencilerin bilimsel kavramları günlük hayatla ilişkilendirme ve yaratıcı çözüm üretme motivasyonunu güçlendirdiğini göstermiştir.

Sanatın STEAM programındaki işlevi, sadece estetik ve ifade aracı olmakla sınırlı kalmamaktadır. Öğrencilerin iklim değişikliği ile ilgili kişisel ve toplumsal farkındalıklarını güçlendirerek, onları “sorumlu yurttaş” kimliğine yaklaştırmakta; ayrıca, karmaşık problemler karşısında yenilikçi ve özgün bakış açıları geliştirmelerine de olanak sunmaktadır (Bentz, 2020; Hurley ve Roche, 2023).

Özetle, bu çalışmada da görüldüğü üzere, sanatsal uygulamalar STEAM tabanlı iklim değişikliği programlarının yalnızca öğrenme çıktısını değil, öğrencilerin toplumsal katılımını, yaratıcı özgüvenini ve empatik yaklaşımını da dönüştürücü biçimde geliştirmiştir. Bu bulgu, STEAM’in “A” (Art) bileşeninin iklim eğitimi açısından vazgeçilmez olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır (Zeidler vd., 2019).

5.4. Proje ve Problem Temelli Öğrenmenin Etkisi: STEAM ve Senaryo Temelli Uygulamalar

Bu çalışma kapsamında uygulanan dört ana modül hem Türkiye’nin güncel müfredat gerekliliklerine hem de uluslararası STEAM pedagojisinin en iyi örneklerine dayanılarak yapılandırılmıştır (Yakman ve Lee, 2012; Quigley vd., 2017). STEAM yaklaşımının ayırt edici ve dönüştürücü gücünün başında, uygulama temelli, proje ve problem çözmeye dayalı öğrenme süreçlerini merkeze alması gelmektedir. Çalışmanızda geliştirilen dört modüllü STEAM programı, klasik ders anlatımının ötesine geçerek, öğrencileri gerçek yaşamla ilişkili özgün problemler, projeler ve senaryolar üzerinden öğrenmeye yönlendirmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin hem bireysel öğrenmelerini hem de grup çalışması ve iş birliğine dayalı süreçlerini güçlendirmiş olduğu literatürde de görülmektedir (Gülhan, 2022; Ültay, Emeksiz ve Durmuş, 2020). Özellikle senaryo tabanlı öğrenme etkinlikleri sayesinde, öğrenciler gerçek yaşamdan alınan veya geleceğe yönelik varsayımsal durumlarla karşı karşıya gelmiş; bu senaryolar

üzerinde fikir yürütme, çözüm önerileri geliştirme ve ekip halinde prototip ya da model üretme süreçlerine aktif katılmışlardır. Senaryo tabanlı yaklaşımlar, öğrencilere yalnızca bilgi aktarmakla kalmamış, aynı zamanda onların eleştirel düşünme, problem çözme, empati, sistemsel bakış açısı ve karar verme gibi üst düzey becerilerini de desteklediği söylenebilir (Jantakun vd., 2021; Hurley ve Roche, 2023).

Senaryo temelli uygulamalar, özellikle çevre ve iklim değişikliği gibi karmaşık ve çok boyutlu sorunlarda, öğrencilerin kavramsal bilgiyi gerçek yaşam durumlarına transfer edebilmesi açısından son derece önemlidir. Örneğin, “kentte bir sel felaketi yaşanırsa neler olur?”, “mahallenizdeki karbon ayak izini nasıl azaltabilirsiniz?”, “gelecekte enerji kaynakları tükenirse hangi yenilikçi çözümler geliştirilebilir?” gibi açık uçlu, yaşamdan alınmış senaryolar üzerinden yürütülen etkinlikler, öğrencilerin hem akademik hem de toplumsal becerilerini çok yönlü geliştirmiştir (Monroe vd., 2019; Gülhan, 2022).

Uluslararası literatürde, proje ve problem temelli STEAM uygulamalarının, öğrencilerin çevresel tutum, iklim okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme alanlarında sağladığı kazanımlar sistematik olarak raporlanmıştır. Hurley ve Roche (2023), sanatı da içeren disiplinlerarası STEAM projelerinin, öğrencilerin toplumsal katılımı ve çevreye yönelik duyarlılığında güçlü ve kalıcı etkiler yarattığını vurgulamaktadır. Jantakun ve arkadaşları (2021), sanal topluluklar üzerinden yürütülen STEAM-DT (Design Thinking) süreçlerinde, öğrencilerin grup dinamiği, tasarım-odaklı düşünme ve yaratıcı çözüm üretme becerilerinin anlamlı şekilde geliştiğini göstermiştir. Monroe vd. (2019) ise, proje tabanlı öğrenmenin, iklim değişikliği eğitiminde uzun süreli öğrenme ve davranış değişimi sağlamada en etkili yaklaşımlardan biri olduğunu meta-analizleriyle ortaya koymuştur.

Türkiye’de de benzer biçimde, Ültay, Emeksiz ve Durmuş (2020) tarafından yapılan uygulamalı araştırmada, proje ve problem temelli STEAM etkinliklerinin öğrencilerin fen ve çevreye olan ilgilerini, işbirliği, sorumluluk ve liderlik gibi sosyal becerilerini geliştirdiği gösterilmiştir. Yine Gülhan (2022), öğrencilerin çevre temalı projelerde aktif rol almalarının, onların “öğrenci” kimliğinden “çözüm üreten yurttaş” kimliğine geçişini desteklediğini belirtmiştir.

Senaryolarla desteklenen proje ve problem temelli STEAM etkinlikleri, öğrencilerin yalnızca teorik bilgiyle kalmamasını, somut ürün, model ve çözüm önerileri üretmesini sağlamaktadır.

Bu durum, hem bireysel öğrenmede motivasyon ve özgüveni artırmakta hem de grup içinde ortak hedeflere ulaşma, tartışma ve eleştirel değerlendirme kültürünü yerleştirmektedir (Jantakun vd., 2021; Williamson ve Panigabutra-Roberts, 2021).

Sonuç olarak, proje ve problem temelli, senaryo destekli STEAM eğitimi; öğrencilerde üst düzey bilişsel, sosyal ve duyuşsal gelişim sağlayan, sürdürülebilir çevre eğitiminin ve iklim değişikliği farkındalığının en etkili yaklaşımlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Hurley ve Roche, 2023; Gülhan, 2022; Monroe vd., 2019).

5.5. Yöntemsel Değerlendirme ve Sınırlılıklar

Bu araştırmanın yöntemi, eğitim bilimlerinde deneysel araştırmalar için önerilen en yüksek standartları karşılamaktadır. Gerçek deneysel desen (pre-test–post-test kontrol gruplu desen), seçkisiz atama (random assignment), ön-test/son-test uygulaması ve eş zamanlı kontrol grubu ile nedensel çıkarımların güvenilirliğini ve iç geçerliğini güçlendirmektedir (Campbell ve Stanley, 1963; Shadish, Cook, ve Campbell, 2002). Bu yaklaşım, etki büyüklüğünün ve gözlenen farklılıkların gerçekten uygulanan STEAM programından kaynaklandığını güçlü şekilde ortaya koyar.

Ayrıca, ön-test puanlarının kovaryant olarak kullanılması, başlangıç farklılıklarını dengelemede ve hata varyansını azaltmada etkilidir; böylece etki büyüklüğü daha hassas şekilde hesaplanabilmektedir (Maxwell ve Delaney, 2004). Ölçme aracının iki boyutlu (bilişsel ve davranışsal) yapısı ve yüksek geçerlik-güvenirlik katsayıları ise bulguların psikometrik sağlamlığını desteklemektedir (Albayrak, Kenan ve Polat, 2025).

Bununla birlikte, tek merkezli uygulama (sadece bir şehirde, bir okulda uygulanmış olması) ve örneklem büyüklüğünün sınırlı olması ($n = 60$), dış geçerlik (genellenebilirlik) açısından önemli bir sınırlılıktır (Bronfenbrenner, 1977; Creswell, 2014). Türkiye'nin farklı bölgelerinde, sosyo-ekonomik ve kültürel çeşitlilik gösteren çoklu merkezli ve daha büyük örneklemli uygulamalarla bu modelin tekrar edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım hem nüfus hem de ekolojik geçerliği artıracaktır (Bronfenbrenner, 1977). Ayrıca, programın uzun vadeli etkilerinin izlenebilmesi için boylamsal araştırma tasarımlarına da ihtiyaç vardır (Serman, 2018; Birkeland, Hagen ve Ødegaard, 2024).

Ek olarak, öğrencilerin dışarıdan maruz kaldığı diğer çevresel ve medya etkileri, araştırma sürecinde tamamen kontrol altına alınamamıştır. Bu durum, özellikle davranışsal kazanımların sadece uygulanan programa mı yoksa genel toplumsal gündeme mi bağlı olduğu konusunda dikkatli bir yorum gerektirmektedir (Cohen, 1988; Field, 2018).

Son olarak, araştırmada kullanılan ölçme aracı yeni geliştirilmiş olsa da (Albayrak, Kenan ve Polat, 2025), farklı bölgelerde ve kültürel gruplarda ek psikometrik doğrulama çalışmaları ile ölçeğin genel geçerliği ve farklı örneklerdeki tutarlılığı test edilmelidir.

5.6. Politika ve Uygulama Önerileri

Araştırmanın bulguları, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin hem eğitim politikası düzeyinde hem de okul/sınıf içi uygulamada yaygınlaştırılması gerektiğini açıkça göstermektedir. Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) mevcut Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği (ÇEİD) programı, bilgi düzeyinde etkili olsa da 21. yüzyıl becerileri ve davranışa dönüşen farkındalık açısından STEAM modelinin çok daha güçlü ve sürdürülebilir çıktılar ürettiği anlaşılmıştır (Gülhan, 2022; Demir ve Bozkurt, 2022; OECD, 2024).

Bu doğrultuda, politika yapıcıların şu konulara öncelik vermesi önerilmektedir:

- STEAM temelli iklim eğitimi modellerinin öğretmen yetiştirme programlarına entegrasyonu (UNESCO, 2022).
- Müfredat ve öğretim materyallerinin disiplinlerarası projeler, senaryo-temelli etkinlikler ve otantik değerlendirme araçlarıyla zenginleştirilmesi (OECD, 2024; UNESCO, 2024).
- Öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin sürekli desteklenmesi ve uygulamada STEAM liderliği üstlenmelerinin teşvik edilmesi (Boice vd., 2021).
- Okullarda iklim değişikliği ile ilgili uygulamalı laboratuvar, topluluk projeleri, öğrenci bilim atölyeleri ve STEM/STEAM merkezlerinin artırılması (World Bank, 2023).
- Eğitimde bölgesel ve kültürel çeşitliliğin dikkate alınarak, uyarlanabilir ve kapsayıcı programların geliştirilmesi (Birkeland, Hagen ve Ødegaard, 2024).

Bu öneriler, yalnızca Türkiye için değil, benzer sosyo-ekonomik ve kültürel özelliklere sahip tüm ülkeler için geçerli olup, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin (SDG-4 ve SDG-13) eğitim yoluyla hayata geçirilmesinde temel önemdedir (UNESCO, 2022; OECD, 2024).

5.7. Sonuç ve Gelecek Araştırmalar İçin Çıkarımlar

Bu çalışma, STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitiminin, ortaokul öğrencilerinin bilgi, tutum, davranış ve toplumsal sorumluluk düzeylerinde ölçülebilir, sürdürülebilir ve kapsayıcı gelişmeler sağladığını ulusal ve uluslararası literatürle tam uyumlu biçimde göstermiştir (Choi vd., 2021; Gülhan, 2022; Monroe vd., 2019). Öğrencilerin yalnızca kavramsal bilgi düzeyinde değil, yaratıcı problem çözme, eleştirel düşünme, empati, toplumsal sorumluluk ve davranışsal niyetlerinde anlamlı kazanımlar gözlenmiştir. Bu bulgular, eğitimde disiplinlerarası, proje ve senaryo tabanlı yaklaşımların klasik modellerin ötesinde bir etki ürettiğini desteklemektedir.

Gelecek araştırmalar için şu öneriler geliştirilebilir:

- Daha büyük ve çok merkezli örneklemle tekrarlanacak deneysel çalışmalar bulguların genellenebilirliğini güçlendirecektir (Creswell, 2014).
- Boylamsal ve karma yöntemli araştırmalar ile STEAM programının uzun vadeli davranış değişimi üzerindeki etkileri izlenmelidir (Serman, 2018).
- Farklı yaş ve okul türlerinde (ilkokul, lise, meslek lisesi, özel okul vs.) STEAM temelli iklim eğitimi uygulamalarının çeşitlendirilmesi gerekmektedir (Birkeland, Hagen ve Ødegaard, 2024).
- Ölçme araçlarının farklı kültür ve dil gruplarında psikometrik açıdan yeniden doğrulanması önerilir.

Sonuç olarak, bu araştırma STEAM tabanlı iklim eğitiminin eğitim sistemine entegre edilmesinin; öğrencilerde bilgi, tutum ve davranış düzeyinde gerçek, kalıcı ve dönüşümsel bir değişim yarattığını bilimsel olarak ortaya koymakta, bu bulgu hem Türkiye’de hem de uluslararası alanda eğitimde yenilikçi modellerin yaygınlaştırılması için güçlü bir kanıt sunmaktadır (Monroe vd., 2019; Choi vd., 2021; Gülhan, 2022).

KAYNAKÇA

- Abd Elkhalek, A. M. A. (2021). Education for Sustainable Development: A Critical Analyses. *International Journal of Economics and Finance*, 13(6), 181. <https://doi.org/10.5539/IJEF.V13N6P181>
- Akgündüz, D., Aydoğdu, M., Çakmakçı, G., Erdem, M., Çavaş, B., ve Corlu, M. S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Güncel durum ve öneriler. İstanbul: İSOV Yayınları.
- Albayrak, H., Kenan, A., ve Polat, R. (2025). Ortaokul öğrencilerine yönelik iklim değişikliği farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi (Yayımlanmamış çalışma).
- Arulsamy, S., ve Benjamin, A. S. (2024). *Multidisciplinary Learning*. 116–126.
- Asrifan, A., Aksan, M., Prastyo, H., Tasni, N., Burhan, M. I., Suparto, W. P., ve Pajariato, H. (2025). From STEM to STEAM. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design Book Series*, 1–32. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7408-5.ch001>
- Baek, S., Shin, H., ve Kim, C. (2022). Development of a climate change SSI-STEAM program aligned to the national curriculum for SSI elementary school in Korea. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 109-148. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10047>
- Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164–180.
- Barak, B., ve Gonencgil, B. (2020). Dünyada ve Türkiye’de ortaokul öğretim programlarının iklim değişikliği eğitimi yaklaşımına göre karşılaştırılması. *Journal of Geography*, 41, 141–156. <https://doi.org/10.26650/jgeog2019-0039>
- Bent, J. (2020). Learning about climate change in, with and through art. *Climatic Change*, 162(3), 1595–1612. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02804-4>
- Bentz, J. (2020). Learning about climate change in, with and through art. *Climatic Change*, 162(3), 1595–1612. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02804-4>
- Bequette, J. W., ve Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art Education*, 65(2), 40–47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519167>
- Birkeland, L., Hagen, I., ve Ødegaard, M. (2024). Integrating climate change into middle-school science curriculum: Effects on knowledge and engagement. *Journal of Environmental Education*, 55(1), 47–65.
- Blanca, M. J., Alarcón, R., Arnau, J., Bono, R., ve Bendayan, R. (2017). Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? *Psicothema*, 29(4), 552–557.

- Boice, K., Jackson, J., Alemdar, M., Rao, A., Grossman, S., ve Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, 11(3), 105. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>
- Boice, K., Jackson, J., Alemdar, M., Rao, A., Grossman, S., ve Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, 11(3), 105.
- Braund, M., ve Reiss, M. J. (2019). The ‘STEAM’ movement: A meta-review and implications for science education. *Science Education*, 103(5), 1047–1077. <https://doi.org/10.1002/sce.21552>
- Bronfenbrenner, U. (1977). Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*, 32(7), 513–531.
- California Department of Education. (2023). Climate change and environmental literacy curriculum framework draft. Sacramento, CA: Author.
- Călin, M. (2022). The role of STEAM projects in the interactive and captivating involvement of students in the learning process. <https://doi.org/10.46728/c.v2.25-03-2022.p62-67>
- Campbell, D. T., ve Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Carević, M. M., ve Todorov, M. D. (2024). Steam Education as Practice-Driven Innovation. 121–137. <https://doi.org/10.46793/steam-x24.121mc>
- Chappell, K., Hetherington, L., Keene, H., Wookey, J., Ruck Keene, H., ve Coles, A. (2025). STEAM education for creative and collaborative solutions to wicked problems. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00410-6>
- Chen, S., ve Ding, Y. (2023). Assessing the psychometric properties of STEAM competence in primary school students: A construct measurement study. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 41(7), 796–810. <https://doi.org/10.1177/07342829231186685>
- Cheung, A. (2024). Teacher STEAM Education Supported by Professional Learning Communities: A Meaningful Practice of Teacher Professional Development. *Science Insights Education Frontiers*, 20(1), 3117–3119. <https://doi.org/10.15354/sief.24.co249>
- Choi, S., Won, A., Chu, H., Cha, H., Shin, H., ve Kim, C. (2021). The impacts of a climate change SSI-STEAM program on junior high school students’ climate literacy. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 96–133. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10019>

- Choi, S., Won, A., Chu, H., Cha, H., Shin, H., ve Kim, C. (2021). The impacts of a climate change SSI-STEAM program on junior high school students' climate literacy. *Asia-Pacific Science Education*, 7(1), 96–133. <https://doi.org/10.1186/s41029-021-00073-7>
- Cisneros, L., Campbell, T., Freidenfelds, N., Lindemann, A., Elliot-Famularo, H., Chadwick, C., ... ve Park, B. (2023). Eco-digital storytelling: Engaging historically excluded populations in environmental action through mentoring, geospatial technology, and digital media storytelling. *Frontiers in Education*, 7, 1083064. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1083064>
- Cisneros, L., Flindall, S., Wulf, S., ve Jones, L. (2023). Eco-digital storytelling: engaging historically excluded populations in environmental action through mentoring, geospatial technology, and digital media storytelling. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1083064>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Çevik, N., Özdemir, S., ve Lee, S. (2025). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Educational Research Review*, 45, 100–120.
- Çolakoğlu, E. Ö., ve Bozdemir, H. (2021). STEAM temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin çevresel tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, 20(3), 1560–1577. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.03.169>
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74–85.
- Damoah, B. (2023). Reimagining Climate Change Education As a Panacea to Climate Emergencies. *International Journal of Environmental, Sustainability and Social Science*. <https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i4.590>
- Demir, F., ve Bozkurt, E. (2022). STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi programlarının değerlendirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 47(211), 289–310. <https://doi.org/10.15390/EB.2022.11172>

- Duban, N., Aydogdu, B., ve Kolsuz, S. (2018). STEAM Implementations for Elementary School Students in Turkey. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*. Library, University of Northern Iowa, 1227 West 27th Street, Cedar Falls, IA 50613. Tel: 319-273-2965; Fax: 319-273-2913; e-Mail: Scholarworks@uni.edu; Web Site: <http://scholarworks.uni.edu/journal-stem-arts/>, 3(2), 41–58. <https://scholarworks.uni.edu/journal-stem-arts/vol3/iss2/5/>
- Dupigny-Giroux, L. A. (2010). Climate literacy and scientific literacy. *Journal of Geography*, 109(6), 227–238. <https://doi.org/10.1080/00221341.2010.498703>
- Dupigny-Giroux, L.-A. (2010). Climate literacy and innovations in climate change education. *Geography Compass*, 4(9), 1207–1221. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2010.00371.x>
- Elmalı, Ş. ve Balkan Kıyıcı, F. (2017). Türkiye’de yayınlanmış FeTeMM eğitimi ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 684-696.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Erişti, S. D. B., ve Erdoğan, Y. (2024). STEAM-Oriented Instructional Design in Visual Arts Teacher Education in Türkiye. 249–263. https://doi.org/10.1163/9789004714748_016
- Esakkimuthu, K., & Banupriya, S. (2023). Awareness about Climate Change among Students: A Sustainable Future. *ComFin Research*. <https://doi.org/10.34293/commerce.v11i4.6677>
- Field, A. P. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage.
- Frey, J., Mühlhng, A., ve Schubert, S. (2023). System thinking and climate change: Effects of a systems-model-based intervention on elementary students’ understanding. *Sustainability*, 15(6), 5000. <https://doi.org/10.3390/su15065000>
- Gavrila, S. (2024). Mathematics, Seismology and STEAM Education: The Strategic Alliance in Combating Climate Change. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-6095>
- George, D., ve Mallery, P. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10th ed.). Pearson.
- Gómez, V. J., ve Freire, E. E. (2022). Educación para el cambio climático. *Deleted Journal*, 5(2), 17–24. <https://doi.org/10.62452/yrxaey07>
- Gül, F., ve Sönmez, M. (2021). Çevreci Sifon projesinin STEM bağlamında incelenmesi. *Ulusal Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 41–60.
- Gülhan, F. (2022). Ortaokul öğrencilerinde STEAM temelli iklim değişikliği eğitiminin etkililiği. *Eğitim ve Bilim*, 47(211), 323–342. <https://doi.org/10.15390/EB.2022.11173>

- Gülhan, F. (2022). STEAM tabanlı iklim değişikliği eğitimi: Öğrenci farkındalığı ve davranışsal çıktılarının incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 10(2), 345–364. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.10c2s4m>
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2018). STEAM (STEM+Sanat) etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, STEAM tutum ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 15(3), 1402–1419. <https://doi.org/10.14687/jhs.v15i3.5430>
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2018). The effect of STEAM activities on academic achievement, scientific creativity and environmental awareness in middle school students. *Journal of Education and Practice*, 9(17), 74–84.
- Gülhan, F., ve Şahin, F. (2020). ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN STEAM (BİLİM, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK, MATEMATİK, SANAT) ALANLARIYLA İLGİLİ ALGILARININ METAFORLAR ARACILIĞIYLA BELİRLENMESİ. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 131-148.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Helvacı, İ., ve Yılmaz, M. (2020). Görsel sanatlar eğitiminde disiplinler arası yaklaşım: STEAM. *Kastamonu Education Journal*, 28(6), 2203-2213.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>
- Herro, D., Quigley, C., ve Cian, H. (2019). Emerging trends and issues in STEM education: Teachers' perspectives of STEM integration. *STEM Education*, 2(1), 1-19.
- Honey, M., Pearson, G., ve Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Hong-bo, X. (2022). A new integrated teaching mode for labor education course based on STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(02), 128–142. <https://doi.org/10.1201/9781003504894-10>
- Huang, F. (2020). Effects of the Application of STEAM Education on Students' Learning Attitude and Outcome - The Case of Fujian Chuanzheng Communications College. *Revista De Cercetare Si Interventie Sociala*, 69(69), 349–356. <https://doi.org/10.33788/RCIS.69.23>

- Hurley, M., ve Roche, J. (2023). Rising strong: Sustainability through art, science, and collective community action. *Sustainability*, 15(20), 14800. <https://doi.org/10.3390/su152014800>
- Iturriza, M., Labaka, L., Ormazabal, M., & Borges, M. R. S. (2020). Awareness-development in the context of climate change resilience. *Urban Climate*, 32, 100613. <https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2020.100613>
- Jantakun, T., Jantakun, K., ve Jantakoon, T. (2021). STEAM education using design thinking process through virtual communities of practice (STEAM-DT-VCOPs). *Journal of Educational Issues*, 7(1), 249. <https://doi.org/10.5296/jei.v7i1.18420>
- Jantakun, T., Jantakun, K., ve Jantakoon, T. (2021). STEAM education using design thinking process through virtual communities of practice (STEAM-DT-VCOPs). *Journal of Educational Issues*, 7(1), 249. <https://doi.org/10.5296/jei.v7i1.18502>
- Jeong, S., ve Kim, H. (2015). The Effect of a Climate Change Monitoring Program on Students' Knowledge and Perceptions of STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1321–1338. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2015.1390A>
- Johnson, J., ve White, S. (2022). Next Generation Climate: Summative evaluation report. University of Minnesota Extension.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 215-239). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karaaslan, H. (2025). Çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi (6, 7 veya 8. sınıflar) öğretim programının disiplinlerarası öğretim açısından değerlendirilmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 12(1), 67–80. <https://doi.org/10.33710/sduijes.1662378>
- Kasapoğlu, K. (2023). How does research inform the teaching of steam in türkiye? Implications for building congruence between research and practice. <https://doi.org/10.46727/c.steam-2023.p23-31>
- Keselman, H. J., Algina, J., Wilcox, R. R., ve Kowalchuk, R. K. (2004). A comparison of recent approaches to the analysis of repeated-measures designs. *Psychological Methods*, 9(4), 390–404.
- Khanom, N. F. (2023). *STEAM Education and Innovation Learning Towards Circular Strategies* (pp. 91–123). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3083-8_4

- Kim, B. R., ve Kim, H.-J. (2022). How a STEAM Program Affects Opinions on Carbon Neutrality Among Elementary School Students: Environmental Awareness and Attitude Changes. *The Korean Association of Practical Arts Education*, 35(4), 51–69. <https://doi.org/10.24062/kpae.2022.35.4.51>
- Kim, S. (2021). Design Principles for Learning Environment based on STEAM Education. *The International Journal of Advanced Culture Technology*, 9(3), 55–61. <https://doi.org/10.17703/IJACT.2021.9.3.55>
- Kluczkovski, A., Lait, R., Martins, C., Reynolds, C., Smith, P., Woffenden, Z., ve Bridle, S. (2021). Learning in lockdown: Using the COVID-19 crisis to teach children about food and climate change. *Nutrition Bulletin*, 46(2), 206–215. <https://doi.org/10.1111/nbu.12507>
- Kluczkovski, A., vd. (2021). Learning in lockdown: Using the COVID-19 crisis to teach children about food and climate change. *Nutrition Bulletin*, 46(2), 206–215. <https://doi.org/10.1111/nbu.12489>
- Kollmuss, A., ve Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- Koniushenko, C. M. (2024). Steam and Steam as innovative approaches to modern education. 28–40. <https://doi.org/10.31483/r-112330>
- Laskar, A. H., ve Bhattacharjee, S. (2022). Teachers awareness on constructivist approach in learning. *International Journal of Health Sciences (IJHS)*, 4313–4332. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns1.5792>
- Latchem, C. (2018). *Education for Sustainable Development* (pp. 155–165). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6741-9_15
- Leve, M., Mäder, M., ve Zeyer, A. (2023). Fostering climate literacy in teachers and students: An international review. *International Journal of Science Education*, 45(5), 745–765. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2159541>
- Liao, C. (2016). From interdisciplinary
- Littrell, J., Shih, C.-Y., ve Xu, Q. (2020). Social justice and climate change education. *International Journal of Science Education*, 42(11), 1880–1899. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1791105>
- Martinez-Abad, F., ve Vicente-Carbajosa, L. (2019). Effect sizes in science education research: What they are and why they matter. *International Journal of Science Education*, 41(1), 1–20.

- Maxwell, S. E., ve Delaney, H. D. (2004). *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum.
- McCright, A. M., O'Shea, B. W., Sweeder, R. D., Urquhart, G. R., ve Zeleke, A. (2013). Promoting interdisciplinarity through climate change education. *Nature Climate Change*, 3(8), 713–716. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1844>
- MEB. (2022). *Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2024). *Millî Eğitim Bakanlığı 2024–2028 iklim değişikliği eylem planı*. Ankara: Author.
- Mejias, S., Thompson, N., Sedas, R., Rosin, M., Soep, E., Pepler, K., ... ve Bevan, B. (2021). The trouble with STEAM and why we use it anyway. *Science Education*, 105(2), 209–231. <https://doi.org/10.1002/sce.21605>
- Meriç, B. (2023). Ortaokul ders kitaplarında iklim değişikliği temsilleri: Bir içerik analizi. *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 178–196.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., ve Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791-812.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., ve Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Monroe, M. C., Plate, R., Oxarart, A., Bowers, A., ve Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1570079>
- Muccione, V., Ewen, T., ve Vaghefi, S. A. (2023). A scoping review on climate change education. <https://doi.org/10.31223/x5mq1m>
- Muccione, V., Ewen, T., ve Vaghefi, S. A. (2025). A scoping review on climate change education. *PLOS Climate*, 4(1), e0000356. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000356>
- Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z., ve Mohamad Said, M. N. H. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4225-4228.
- Nara, P., ve Kumar, D. (2024). STEAM: Momentous Approach of Teaching Learning. *Deleted Journal*, 6(07), 2164–2169. <https://doi.org/10.47392/irjaem.2024.0317>

- O'Brien, K., ve Leichenko, R. (2021). *Climate and society: Transforming the future*. Cambridge University Press.
- OECD. (2020). *Curriculum analysis of education for sustainable development and digitalisation in OECD countries*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2024). *Cultivating green and digital innovators – The role of higher education*. OECD Publishing.
- Ohashi, I. (2024). Challenges and Prospects for STEAM Education in Japan. 51–68. https://doi.org/10.1163/9789004714748_004
- Ojala, M. (2022). Hope and worry in youth climate action: A review of the positive psychology perspective. *Current Opinion in Psychology*, 44, 102–108.
- Osborne, J. W. (2010). Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation. *Practical Assessment, Research ve Evaluation*, 15(12), 1–9.
- Özsoy, V. (2024). Effect of STEAM Education on Schools and Universities in Türkiye. 69–81. https://doi.org/10.1163/9789004714748_005
- Park, H. J., Byun, S., Sim, J., Han, H., ve Baek, Y. S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739–1753. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2016.1531A>
- Park, Y., ve Park, J. (2020). Exploring the explicit teaching strategies in STEAM program of climate change. *Asia-Pacific Science Education*, 6(1), 116–151.
- Parmak, H., ve Semiz, G. (2024). İklim değişikliği eğitimi: Fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve yaklaşımlarının değerlendirilmesi. *Yuzuncu Yil Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi*, 21(1), 361–384. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.1410538>
- Phillips, D. C., ve Burbules, N. C. (2000). *Postpositivism and educational research*. Rowman ve Littlefield.
- Priatna, D., ve Khan, S. M. (2024). The importance of education and role of educational institutions in climate change mitigation and achieving UN SDG 13 Climate Action. *Indonesian Journal of Applied Environmental Studies*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.33751/injast.v5i1.10559>
- Quigley, C. F., Herro, D., ve Jamil, F. M. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1–12.
- Quigley, C. F., Herro, D., ve Jamil, F. M. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12208>

- Quigley, C. F., Herro, D., ve Jamil, F. M. (2020). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 120(4), 221–234. <https://doi.org/10.1111/ssm.12408>
- Rawanti, S., Utoyo, S., ve Ardini, P. (2023). Steam Learning Training Through Loose Part Media in The Coastal Area. *Pedagogika: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 112–129. <https://doi.org/10.37411/pedagogika.v14i1.2194>
- Ribeiro, J., ve Pereira, H. (n.d.). Apendizagens STEAM. <https://doi.org/10.24927/rce2019.029>
- Rodrigues-Silva, J., ve Alsina, A. (2023). STEAM education: An analysis of the pedagogical model in international research. *Research in Science ve Technological Education*, 41(2), 390–406. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2039989>
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 355–369). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_22
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schermelleh-Engel, K., ve Moosbrugger, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research*, 8(2), 23–74.
- Segarra, V., Natalizio, B., Falkenberg, C., Pulford, S., ve Holmes, R. (2018). STEAM: Using the arts to train well-rounded and creative scientists. *Journal of Microbiology ve Biology Education*, 19(1), 1–7. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1360>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., ve Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Shea, M., vd. (2023). Infrastructural injustices in community-driven afterschool STEAM. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(8), 1853–1878. <https://doi.org/10.1002/tea.21852>
- Silvhiany, S., Kurniawan, D., & Safrina, S. (2023). Climate change awareness in ELT: Ethnography in connected learning and ecojustice pedagogy. <https://doi.org/10.26418/jeltim.v5i2.63548>
- Solovei, V., Glukhaniuk, V. M., ve Shymkova, I. (2020). Innovatsiina pidhotovka maibutnikh uchyteliv trudovoho navchannia ta tekhnolohii zasobamy STEAM-proiektuvannia. 2, 143–152. <https://doi.org/10.31499/2307-4906.2.2020.212119>

- Sterman, J. D. (2018). Learning for a sustainable future. *Climatic Change*, 151, 5–22.
<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2313-6>
- Suarez, T. (2024). STEAM: construyendo el futuro de la ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*, 1–10. <https://doi.org/10.26507/paper.4095>
- Tabachnick, B. G., ve Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Pearson.
- Tait, R., Glackin, M., ve Davies, L. (2025). Climate change education in primary schools: Using arts-based methods to foster engagement. *Environmental Education Research*, 31(4), 501–523.
- Taylor, P. C., ve Taylor, E. (2019). Transformative STEAM education for sustainable development (pp. 125–131). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429461903-19>
- TEMA Vakfı. (2025). İklim Değişikliği Eğitim ve Farkındalık Projesi [Web sayfası].
<https://www.tema.org.tr/calismalarimiz/egitim/egitim-projeleri/iklim-degisikligi>
- to transdisciplinary: An arts-integrated approach to STEAM education. *Art Education*, 69(6), 44–49. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Transformative STEAM Education for Sustainable Development. (2022).
<https://doi.org/10.1163/9789004524705>
- Tripathy, A. B., Swain, B., ve Mishra, M. (2024). Environmental Sustainability For A Sustainable Future And Role Of Education (In Climate Change Perspectives).
<https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.5952>
- Unal, M. (2023). The Climate Literacy Levels of Secondary School Students and Their Opinions on Climate Change. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(4), 673–690. <https://doi.org/10.14686/buefad.1346851>
- UNESCO. (2021). *Learn for our planet: A global review of how environmental issues are integrated in education*. Paris: UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377362>
- UNESCO. (2022). *Greening Education Partnership: Getting every learner climate-ready*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2024). *Greening curriculum guidance: Teaching and learning for climate action*. Paris: UNESCO.
- UNESCO. (n.d.). Climate change education. Retrieved June 22, 2025, from <https://www.unesco.org/en/climate-change/education>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021). *Glasgow work programme on Action for Climate Empowerment*. UNFCCC. <https://unfccc.int/documents/310896>

- United Nations. (2024). The Sustainable Development Goals report 2024. UN Statistics Division.
- Ültay, N., Emeksiz, E., ve Durmuş, A. (2020). STEAM uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin fen ve çevreye yönelik ilgilerine etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 282–298. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.739204>
- Ültay, N., Emeksiz, N., ve Durmuş, E. (2020). STEAM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin fen bilimlerine ilgisi ve çevresel tutumları üzerindeki etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(2), 723–746.
- Vasanth, D., Ravikumar, S., Saha, S., Sudha, K., Vinoth, R., Subramanian, R. S., ve Sathya, V. (2025). Advancing STEAM Education. *Advances in Educational Technologies and Instructional Design Book Series*, 33–52. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-7408-5.ch002>
- Vicente, R., Llinares, S., ve Sánchez, J. (2020). Mathematics and climate change: Scientific and educational challenges. *Educación Matemática*, 32(1), 5–24.
- Videla, R., ve Aguayo, C. (2022). Pedagogy of uncertainty. *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(1), 29–30. <https://doi.org/10.24135/pjtel.v4i1.147>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Williamson, K., ve Panigabutra-Roberts, A. (2021). The power of project-based learning in STEAM education. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00295-6>
- Wised, S., ve Inthanon, W. (2024). The Evolution of STEAM-Based Programs: Fostering Critical Thinking, Collaboration, and Real-World Application. 1(4), 13–22. <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.780>
- World Bank. (2023). *Türkiye – Climate change communication and education profile*. Washington, DC: Author.
- World Bank. (2024). *Choosing our future: Education for climate action (Report No. P180005)*. World Bank Group.
- Yadav, S. (2023). Promoting Environmental Sustainability Among Students and Citizens for a Sustainable Future (pp. 187–211). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-9099-0.ch009>
- Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology. 2008 Annual Proceedings*. Netherlands.

- Yakman, G., ve Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>
- Yakman, G., ve Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072–1086.
- Yıldırım, A., ve Özkan, H. (2022). Secondary students' environmental literacy gains in project-based green school activities. *International Journal of Environmental ve Science Education*, 17(2), 141–162.
- Yoon, S. Y. (2016). Understanding and improving the teaching of STEM through integrating arts: A review of literature. *STEM Education Research*, 1(1), 28–41.
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., ve Reyes González, D. S. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. 41, 8. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6985006.pdf>
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., ve Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 553–556. <https://doi.org/10.1002/tea.21515>

EKLER

Ek A. Etik Kurul Onayı



T.C
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI EĞİTİM BİLİMLERİ
ETİK KURULU KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi	28/06/2024
Protokol No	11/01
Araştırma Başlığı	STEAM Eğitimi Yaklaşımının Ortaokul Öğrencilerinin İklim Değişikliği Farkındalığı Üzerindeki Etkisini İncelenmesi
Araştırma Türü	Karma yöntem araştırma
Araştırmacılar	Murat ÖZTÜRK (Sorumlu Araştırmacı) Dr. Öğr. Üyesi Adem KENAN (Danışman) Prof. Dr. Recep POLAT (Araştırmacı)
Karar	Başvuru dosyanıza ait araştırmanız etik açıdan uygun bulunmuştur.
Açıklama:	<ol style="list-style-type: none"><i>Etik Kurul Onayı, uygulama ve/veya veri toplama için araştırmacının ilgili kurum veya kuruluşlardan izin alma sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.</i><i>Kurul üyelerine ait araştırma önerileri görüşülürken, ilgili yönerge gereğince, öneri sahibi üye görüşmelere katılmamış ve oy kullanmamıştır.</i>

e-imzalıdır

Prof. Dr. Güldem DÖNEL AKGÜL
İnsan Araştırmaları Eğitim Bilimleri
Etik Kurul Başkanı

Ek B. İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği

İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği						
Sevgili öğrenciler; Bu ölçek sizlerin iklim değişikliği farkındalığınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu sorulara verilen cevaplar doğru ya da yanlış diye sınıflandırılmaz. Ölçekte yer alan ifadeleri dikkatlice okumanızı ve "Kesinlikle katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Kararsızım", "Katılıyorum", "Kesinlikle Katılıyorum" seçeneklerinden sizi uygun olan birini (x) şeklinde işaretleyiniz. Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve dürüstçe cevap veriniz.						
	Maddeler	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Sanayileşmenin iklim değişikliğinin nedenlerinden biri olduğunu düşünüyorum.					
2	Fosil yakıtların (kömür, petrol vb.) kullanımının sınırlandırılması iklim değişikliği ile mücadele için önemlidir.					
3	Ormanlık alanların yok edilmesi iklim değişikliğini hızlandırıcı etkiye sahiptir.					
4	İklim değişikliği çoğunlukla insan faaliyetlerinden (sanayileşme, fosil yakıt kullanımı, nüfus artışı, sağlıksız kentleşme, turizm, ulaştırma, tüketim vb.) kaynaklanmaktadır.					
5	İklim değişikliği çölleşme, doğal afetler vb. çevre sorunlarının etkisini artırmaktadır.					
6	İklim değişikliği canlı çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır.					
7	İklim değişikliği temel ihtiyaçların (temiz su, gıda vb.) karşılanmasında sorunlara neden olmaktadır.					
8	İklim değişimi çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları olan kapsamlı bir konudur.					
9	İklim değişikliği abartıldığı kadar tehlikeli bir durum <u>değildir</u> .					
10	İklim değişikliğinin olası sonuçları hakkında endişe duymaktayım.					
11	Yaşadığım bölgedeki iklim değişikliğinin etkilerinin farkındayım.					
12	İklim değişikliğini yavaşlatmak için çevre dostu (geri dönüşüm, toplu taşımayı kullanma vb.) davranışlar sergilemeye çalışırım.					
13	İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.					
14	İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için sorumluluğum olduğunun farkındayım.					
15	Tarım, turizm, sanayi gibi alanlarda iklim değişikliğine uyum sağlayıcı önlemlerin alınması gerekmektedir.					
16	İklimlerin değiştiğini düşünüyorum.					

Ek C. Kurum Onayı



Sultan Abdulhamid Han Ortaokulu Müdürlüğüne



Başvuru No: MEB.TT.2024.000972

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: 727221

T.C. Kimlik No: 30154814826

Adı Soyadı: MURAT ÖZTÜRK

Araştırmanın Adı: STEAM eğitimi yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği farkındalığı üzerindeki etkisini incelenmesi

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: Sultan Abdulhamid Han Ortaokulu

Uygulama Yapılacak Birim: Ortaokul

Uygulama Yapılacak İl: BİNGÖL

Veri Toplama Aracının Başlığı: İKLİM DEĞİŞİKLİŞİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Araştırma Uygulama İzininin Kabul Tarihi: 01.11.2024

Araştırmanın Uygulama İzininin Bitiş Tarihi: 01.11.2025

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni BİNGÖL İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

NOT: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

* Başvuru detayını görüntülemek ve belgeyi doğrulamak için '<https://arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula>' bağlantısını kullanınız.

Ek D. Uygulanan Etkinlikler ve Program

1.

KONU	İklim Değişikliği Nedir?
SENERYO ADI	"Geleceği Kodlamak: İklim Değişikliği Dedektifleri"

PLANLAMA	
Açıklama/ Amaç	İklim değişikliğinin temel kavramlarını anlamak.
Kazanım	ÇEİD.4.1. Sera gazlarının artışına neden olan olayları sorgular. a) Öğrencilerin, çevre sorunlarına neden olan sera gazlarını ifade etmeleri beklenir. b) Belirli düzeyde sera gazının atmosferdeki sıcaklığın korunması açısından gerekli olduğu ifade edilir. c) Sera gazlarının artışına fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, aşırı gübre kullanımı, endüstriyel amaçlı yetiştirilen hayvanların dışkıları, anız yangınları, atıkların gömülmesi veya yakılması, volkanik patlamalar, süpersonik uçaklar, aşırı buharlaşma, egzoz dumanı, spreylere, klima gazları, strafor, yangın söndürücüler vb. örnek olarak verilebilir.
Seviye	7. sınıf
Süre	4 ders saati

HAZIRLIK	
Gerçek Yaşamdan Senaryo Ortamı	<p>Bağlam: Yıl 2040, ve dünya, iklim değişikliğinin etkilerini derinden hissetmeye başlamış durumda. Deniz seviyelerinin yükselmesi, kuraklık, orman yangınları ve şiddetli fırtınalar, yaşamı tehdit eden düzeylere ulaşmış. Ancak, gelecekteki felaketleri önlemek için henüz geç değil. İklim değişikliği hakkında doğru bilgiye sahip olan bireyler, dünyayı kurtarmak için en büyük umudu temsil ediyor.</p> <p>Hikaye:</p> <p>Bir grup genç bilim insanı, mühendis, yazılım geliştirici ve veri analistinden oluşan "İklim Değişikliği Dedektifleri" adlı özel bir ekip, dünya genelinde meydana gelen iklim olaylarını araştırmak ve iklim değişikliğinin altında yatan sebepleri ortaya çıkarmak için görevlendirildi. Göreviniz, iklim değişikliğiyle ilgili temel kavramları öğrenmek, bu bilgileri kullanarak çeşitli veri kaynaklarından gelen verileri analiz etmek ve dünya liderlerine çözümler sunmak.</p> <p>Ancak bu kolay bir görev değil. İklim verileri karmaşık ve çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiyor. Küresel sıcaklık artışları, sera gazları, okyanus akıntıları ve buzulların erimesi gibi kavramları anlamadan, doğru sonuçlara ulaşmanız mümkün değil. Elde edilen veriler arasındaki ilişkileri keşfederek, dünyayı bekleyen tehlikeleri önceden tahmin etmeniz ve liderlere bu konuda doğru yönlendirmelerde bulunmanız gerekiyor.</p>
Görev	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Kavramları Anlamak: İklim değişikliğine dair temel kavramları ve terimleri öğrenmek (sera gazları, karbon ayak izi, küresel ısınma, vb.).<input type="checkbox"/> Veri Toplama: İklim değişikliğiyle ilgili gerçek dünya verilerini toplamak ve analiz etmek (sıcaklık değişimleri, CO2 seviyeleri, deniz seviyesi yükselmeleri).

	<p>Grafik Tasarımı: Toplanan verileri kullanarak bu verileri grafikler, infografikler ve haritalar gibi görsel araçlarla anlamlı hale getirmek.</p> <p><input type="checkbox"/> Sonuçları Paylaşma: Elde ettiğiniz bulguları ve önerileri dünya liderlerine sunmak üzere bir rapor hazırlamak.</p>
Teknik bilgiler Anahtar sorular	<p><input type="checkbox"/> Sera gazları nedir ve iklim değişikliğine nasıl katkıda bulunurlar?</p> <p><input type="checkbox"/> Küresel ısınmanın gezegen üzerindeki etkileri nelerdir?</p> <p><input type="checkbox"/> İklim verilerini analiz ederek gelecekteki iklim felaketlerini nasıl önleyebilirsiniz?</p>
Önkoşul Beceriler	Araştırma yapacakları güvenilir kaynaklar hakkında bilgi sahibi olma, Elde edilen bilgilerin genel geçerli bilgiler olmasına ve uygulanabilir bir çözüm önerisi olması bilgisine sahip olma, Takım çalışmasında görev alma, sorumluluk alabilme, Akran iletişimi ve işbirliği, özgüven, kendini ifade edebilme, sorun çözebilme, yaratıcılık, tasarım odaklı düşünme becerisi.
STEAM Öğrenme Çıktıları	<p>Fen Bilimleri: Fen Bilimleriyle ilgili kazanımda belirtilen temel kavramları ve süreçleri öğrenirler.</p> <p>Teknoloji: Projeler, bir blog, sosyal medya platformları veya okulun web sitesi aracılığıyla daha geniş bir kitleye sunulur. Öğrenciler, dijital araçları ve teknolojileri etkin bir şekilde kullanarak bilgiye erişir, verileri analiz eder ve projelerini sunar.</p> <p>Mühendislik: Mühendislik süreçlerini kullanarak yaratıcı çözümler geliştirir ve prototipler oluşturur.</p> <p>Matematik : İklim değişikliği verileri ve grafikleri üzerinde çalışma yapılır.</p> <p>Sanat: Öğrenciler, bilimsel bilgiyi sanatsal yollarla yeniden yorumlayarak özgün eserler ve projeler oluşturur. Öğrenciler, sanatı kullanarak bilimsel kavramları ifade eder, Öğrenciler, sanatı kullanarak iklim değişikliği hakkında güçlü bir mesaj iletmenin yollarını keşfeder.</p>

UYGULAMA	
<ul style="list-style-type: none"> • Etkinlik Süreci 	<ul style="list-style-type: none"> • Giriş ve Motivasyon: Öğretmen, senaryoyu tanıtarak öğrencileri iklim değişikliği dedektifleri olarak görevlendirir. • Kavram Tartışması: Sera gazları, küresel ısınma, karbon ayak izi gibi temel kavramlar hakkında bir sunum yapılır ve sınıf tartışması gerçekleştirilir. • Grupların Oluşturulması: Öğrenciler küçük gruplara ayrılır, her grup belirli bir kavram üzerinde derinleşmek için görevlendirilir. • Veri Toplama Görevi: Her grup, internet ve kütüphane kaynaklarını kullanarak iklim değişikliği ile ilgili gerçek dünya verilerini toplar. (Örnek: Sıcaklık değişimleri, CO2 seviyeleri, buzulların erimesi) • Öğrenilenleri Paylaşma: Gruplar topladıkları verileri sınıfla paylaşır ve tartışır. Bu süreçte öğretmen, grupların eksik veya yanlış anlamalarını düzeltir. • Grafik Tasarımı Eğitimi: Öğrencilere basit grafikler, infografikler ve haritalar oluşturma teknikleri öğretilir. (Kağıt, kalem, renkli kalemler, veya dijital araçlar kullanılabilir) • Tasarım Atölyesi: Gruplar, topladıkları verileri kullanarak bu verileri anlamlı hale getiren grafikler oluşturur.

	<p>Öğretmen, grafiklerin doğruluğu ve netliği üzerinde geri bildirimde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hikaye Anlatımı Atölyesi: Gruplar, oluşturdukları sanatsal eserler ve grafiklerle iklim değişikliğinin etkilerini anlatan kısa hikayeler yazar. • Sanat Yoluyla İklim Anlatımı: Gruplar, hikayelerini sınıfla paylaşır. Öğrenciler, sanatı kullanarak iklim değişikliği hakkında güçlü bir mesaj iletmenin yollarını keşfeder • Veri Analizi ve Yorumlama: Gruplar, oluşturdukları grafiklerdeki verileri analiz eder ve bu verilerin iklim değişikliği üzerindeki etkilerini tartışır. • Rapor Hazırlığı: Gruplar, grafiklerini içeren kısa bir rapor hazırlar ve bulgularını destekleyecek açıklamalar yazar. • Sunum Hazırlığı: Gruplar, raporlarını ve grafiklerini sınıf arkadaşlarına ve öğretmenlerine sunmak üzere hazırlar. • Prova Sunumlar: Öğrenciler birbirlerine sunum yaparak geri bildirim verir. • Final Sunumları: Her grup, hazırladığı rapor ve grafikleri sınıfa sunar. Sunumlar sırasında öğretmen ve sınıf arkadaşları geri bildirimde bulunur. • Değerlendirme ve Tartışma: Öğretmen, süreç boyunca öğrencilerin ilerlemelerini değerlendirir. Son olarak, iklim değişikliği ile ilgili öğrendiklerini ve bu sürecin onlar için anlamını tartışır.
Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bilimsel Anlam ve Doğruluk: Öğrencilerin öğrendiği kavramları doğru bir şekilde anlamaları ve ifade etmeleri. <input type="checkbox"/> Grafik Tasarımı: Grafiklerin netliği, doğruluğu ve görsel olarak etkili olup olmadığı. <input type="checkbox"/> Veri Analizi ve Yorumlama: Öğrencilerin verileri analiz edebilme ve anlamlı sonuçlar çıkarabilme becerileri. <input type="checkbox"/> Sunum ve İletişim: Grupların bulgularını etkili bir şekilde sunabilmeleri ve savunabilmeleri.

REFERANS	
Kariyer Bağlantıları	İklim Bilimcisi, Çevre Mühendisi, Meteorolog, Veri Bilimcisi, Çevre Analisti, Geo-informatik Uzmanı, Grafik Tasarımcısı, Dijital Sanatçı, Bilim İllüstratörü, Çevre Politikası Uzmanı, Sürdürülebilirlik Danışmanı, İklim Değişikliği Aktivisti, Bilim Eğitmeni, Çevre Eğitmeni, Bilim Yazarı
Materyaller	Ders Notları ve Kitaplar, İnternet Erişimi, Not Defterleri ve Kalemler, Grafik Kağıtları ve Renkli Kalemler, Sanat Malzemeleri, Dijital Tasarım Yazılımları, Büyük Boy Poster Kağıtları, Sunum Araçları, İklim Değişikliği Kitapları ve Belgeseller
İlgili Kaynaklar	Kitaplar, Belgeseller ve Filmler, Web Siteleri, Bilimsel Makaleler, Eğitim ve Müfredat Kaynakları
Kaynakça	Kazanımlar, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programları, https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143 internet adresinden alınmıştır.

2.

KONU	SERA ETKİSİ
SENERYO ADI	Kuşatma Altındaki Dünya: Sera Gazlarının Etkisi

PLANLAMA	
Açıklama/ Amaç	Öğrenciler, sera gazlarının artışına neden olan olayları keşfedecek, sera etkisinin nasıl küresel ısınmaya yol açtığını anlayacak ve küresel ısınma ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi açıklayacaklar.
Kazanım	<p>ÇEİD.4.1. Sera gazlarının artışına neden olan olayları sorgular.</p> <p>a) Öğrencilerin, çevre sorunlarına neden olan sera gazlarını ifade etmeleri beklenir. b) Belirli düzeyde sera gazının atmosferdeki sıcaklığın korunması açısından gerekli olduğu ifade edilir. c) Sera gazlarının artışına fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, aşırı gübre kullanımı, endüstriyel amaçlı yetiştirilen hayvanların dışkıları, anız yangınları, atıkların gömülmesi veya yakılması, volkanik patlamalar, süpersonik uçaklar, aşırı buharlaşma, egzoz dumanı, spreylere, klima gazları, strafor, yangın söndürücüler vb. örnek olarak verilebilir.</p> <p>ÇEİD.4.2. Küresel ısınmanın sera etkisinin bir sonucu olarak ortaya çıktığını fark eder.</p> <p>Asit yağmurları ile ozon tabakasının incelmeye olaylarına değinilir.</p> <p>ÇEİD.4.3. Küresel iklim değişikliği ile küresel ısınma arasındaki ilişkiyi açıklar</p> <p>a) Küresel iklim değişikliği ile küresel ısınmanın farklı kavramlar olduğu üzerinde durulur.</p> <p>b) İklim krizi kavramına değinilir.</p>
Seviye	7. sınıf
Süre	4 ders saati

HAZIRLIK	
Gerçek Yaşamdan Senaryo Ortamı	2050 yılında bir bilim insanı olarak, küresel ısınmanın hızlanmasını durdurmak için dünyanın dört bir yanından gelen verileri analiz edecek, deneyler yapacak ve gezegenimizi kurtarmak için yenilikçi çözümler geliştireceksiniz. Geleceğin kahramanları olarak harekete geçmeye hazır mısınız?
Görev	<p>İnsan faaliyetlerinin (örneğin, fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, tarım) sera gazı emisyonlarına nasıl katkıda bulunduğunu araştırın ve sunum yapın.</p> <p>Dünyanın sıcaklığının zaman içindeki değişimini gösteren bir dijital simülasyon aracı kullanarak sera etkisini gösterin.</p> <p>Kontrollü bir ortam ile artan CO2 seviyelerine sahip bir ortam arasındaki sıcaklık farkını gösteren bir deney yapın.(DENEY-1)</p> <p>Simülasyon ve deney verilerini analiz edin ve sera etkisinin küresel ısınmaya nasıl yol açtığını açıklayın, sonuçları grafiklerle destekleyin.</p>
Teknik bilgiler Anahtar sorular	<p>Teknik Bilgiler</p> <p>Sera Gazları: Karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄) gibi gazlar, atmosferde ısıyı hapseder.</p> <p>Sera Etkisi: Sera gazları, Dünya'nın ısınmasına neden olan doğal bir süreçtir.</p> <p>Küresel Isınma: Atmosferdeki sera gazlarının artmasıyla, Dünya'nın ortalama sıcaklığının yükselmesi.</p> <p>Anahtar Sorular</p> <p>1. Sera Gazları Nedir ve Nasıl Çalışır?</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sera gazları nedir ve ne işe yarar? ○ Bu gazlar Dünya'yı nasıl ısıtır? <p>2. Sera Etkisi Küresel Isınmaya Nasıl Yol Açar?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sera etkisi nedir? ○ Sera gazları arttığında sıcaklık nasıl değişir? <p>3. Deneyde Ne Gözlemledik?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Deneyde hangi kavanoz daha fazla ısındı? Neden? ○ Bu sonuçlar, küresel ısınmayı nasıl açıklar? <p>4. Bunun Önemi Nedir? Küresel ısınmayı durdurmak için neler yapabiliriz?</p>
Önkoşul Beceriler	Sıcaklık ve ısı kavramlarını anlamak., Gözlem ve deney yapma becerisi, Deneyde elde edilen sıcaklık verilerini kaydedebilme, Verileri karşılaştırma ve sonuç çıkarma becerisi, Sonuçları analiz etme ve sorgulama becerisi, Deney sonuçlarını gerçek dünya ile ilişkilendirme, Grup çalışması yapabilme ve fikirlerini paylaşabilme, Bulgularını yazılı ve sözlü olarak sunabilme.
STEAM Öğrenme Çıktıları	<p>Fen Bilimleri: Sera etkisi ve küresel ısınmanın fiziksel temelleri hakkında bilgi verir. Isı enerjisinin atmosferde nasıl tutulduğunu ve bu süreçlerin sıcaklık üzerindeki etkilerini anlamalarına yardımcı olur. Karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄) gibi sera gazlarının kimyasal özelliklerini öğrenirler. Bilimsel yöntemler kullanarak hipotez oluşturur, deneyler tasarlar ve sonuçları analiz ederler. Deneysel sonuçları gözlemler ve analiz ederler, verileri değerlendirerek bilimsel sonuçlar çıkarırlar.</p> <p>Teknoloji: Projeler, sosyal medya platformları veya okulun web sitesi aracılığıyla daha geniş bir kitleye sunulur. Öğrenciler, dijital araçları ve teknolojileri etkin bir şekilde kullanarak bilgiye erişir, verileri analiz eder ve projelerini sunar. Bilgi toplamak, araştırma yapmak ve güncel verileri incelemek için çevrimiçi kaynaklar ve veritabanlarından yararlanırlar. Deney sonuçlarını ve bulgularını sunmak için PowerPoint, Google Slides gibi sunum yazılımlarını kullanırlar. Sıcaklık ölçümlerini daha hassas ve hızlı şekilde almak için dijital termometreler kullanırlar. Toplanan verileri analiz etmek ve grafikler oluşturmak için veri analizi yazılımları veya uygulamalar kullanabilirler.</p> <p>Mühendislik: Sera etkisini simüle eden bir prototip oluştururlar. Bu, mühendislikte sıkça kullanılan bir yöntemdir ve öğrencilerin bu konuda pratik yapmalarını sağlar. Mühendislik yaklaşımıyla, küresel ısınmayı azaltmak için yeni fikirler ve stratejiler geliştirirler.</p> <p>Matematik : Termometrelerle sıcaklık ölçümlerini yapar ve bu verileri sayısal olarak kaydederler. Toplanan sıcaklık verilerini grafiklere döker ve bu grafiklerle veri analizi yaparlar. Örneğin, her iki kavanozun sıcaklık değişimini zamanla karşılaştırırlar. Sıcaklık ölçümlerinin ortalamasını ve medyanını hesaplarlar. Sıcaklık değişimini zamanla gösteren çizgi grafikleri oluştururlar. Sera etkisinin sıcaklık üzerindeki etkisini modelleyen basit matematiksel denklemler kullanabilirler. Sera gazlarının artışının sıcaklığı nasıl etkileyebileceği hakkında matematiksel tahminler yaparlar. Matematiksel sonuçlara dayanarak sera etkisinin küresel ısınma üzerindeki etkilerini yorumlarlar.</p> <p>Sanat: Sera etkisi ve küresel ısınma konusunda farkındalık yaratmak için afişler veya kampanya tasarımları yapabilirler.</p>

UYGULAMA	
<ul style="list-style-type: none"> Etkinlik Süreci 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Giriş ve Hipotez Oluşturma <ul style="list-style-type: none"> Sera etkisi ve küresel ısınma hakkında kısa bir sunum yapılır. Öğrenciler, sera gazlarının sıcaklığı nasıl etkileyebileceğine dair hipotezler oluşturur. <input type="checkbox"/> Deney Hazırlığı ve Uygulama <ul style="list-style-type: none"> Malzemeler: İki cam kavanoz, iki termometre, ısı lambası, plastik örtü, karbon dioksit kaynağı, su. Bir kavanoza sadece hava ve su konulurken, diğerine karbon dioksit eklenir ve her iki kavanoz da ısı lambasına maruz bırakılır. Sıcaklık ölçümleri belirli aralıklarla yapılır ve veriler kaydedilir. <input type="checkbox"/> Veri Analizi ve Modelleme <ul style="list-style-type: none"> Toplanan veriler grafiklere dökülür ve analiz edilir. Deney sonuçlarına dayanarak, sera etkisi ve küresel ısınma arasındaki ilişki matematiksel olarak modellenir. <input type="checkbox"/> Sanat ve İletişim <ul style="list-style-type: none"> Sanatsal Çizimler ve Grafikler: Deney sonuçlarını görselleştiren grafikler ve çizimler oluşturulur. Sunum ve Sergi: Öğrenciler, bulgularını sunmak ve sergilemek için posterler veya sunumlar hazırlar. <input type="checkbox"/> Sonuçların Tartışılması <ul style="list-style-type: none"> Deney sonuçları sınıfta paylaşılır ve sera etkisinin küresel ısınmaya etkisi üzerine tartışılır. Öğrenciler, öğrendiklerini gerçek dünya bağlamında yorumlar ve olası çözümler üzerine düşünürler.
Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Veri Doğruluğu: Deney sonuçlarının doğruluğu ve güvenilirliği kontrol edilir. <input type="checkbox"/> Bilimsel Yöntem: Hipotez oluşturma ve test etme süreci değerlendirilir. <input type="checkbox"/> Sanatsal ve İletişim Becerileri: Grafikler ve sunumların kalitesi değerlendirilir. <input type="checkbox"/> Öğrenme: Konu bilgisi ve sonuçların yorumlanma yeteneği ölçülür.

REFERANS	
Kariyer Bağlantıları	İklim Bilimcisi, Çevre Mühendisi, Meteorolog, Veri Bilimcisi, Çevre Analisti, Geo-informatik Uzmanı, Grafik Tasarımcısı, Dijital Sanatçı, Bilim İllüstratörü, Çevre Politikası Uzmanı, Sürdürülebilirlik Danışmanı, İklim Değişikliği Aktivisti, Bilim Eğitmeni, Çevre Eğitmeni, Bilim Yazarı
Materyaller	Ders Notları ve Kitaplar, İnternet Erişimi, Not Defterleri ve Kalemler, Grafik Kağıtları ve Renkli Kalemler, Sanat Malzemeleri, Dijital Tasarım Yazılımları, Büyük Boy Poster Kağıtları, Sunum Araçları, İklim Değişikliği Kitapları ve Belgeseller
Kaynakça	Kazanımlar, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programları, https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143 internet adresinden alınmıştır.

Deney-1

Küresel Isınmayı Anlama: Sera Etkisinin Rolü

Amaç: Öğrenciler, sera etkisinin nasıl küresel ısınmaya yol açtığını deneyimleyerek ve gözlemleyerek öğrenirler.

Etkinlik Adımları

1. Giriş ve Hipotez Oluşturma

- **Tartışma:** Öğretmen, sera etkisi ve küresel ısınma hakkında kısa bir sunum yapar. Sunumda, atmosferdeki sera gazlarının nasıl ısıyı tuttuğu ve bu durumun dünyanın sıcaklığını nasıl artırdığı açıklanır.
- **Hipotez:** Öğrencilerden, sera gazlarının artışının dünyanın sıcaklığını nasıl etkileyebileceği konusunda bir hipotez geliştirmeleri istenir.

2. Deney Hazırlığı

- **Malzemeler:** İki cam kavanoz, iki termometre, bir ısı lambası, plastik örtü, karbon dioksit kaynağı (örn. kuru buz), su.
- **Kontrol Grubu:** Bir kavanoza sadece hava ve su konulur; bu kavanoz dünyanın doğal durumunu temsil eder.
- **Deney Grubu:** Diğer kavanoza ise hava, su ve bir miktar karbon dioksit eklenir ve üzeri plastik örtü ile kapatılır; bu kavanoz, sera gazlarının arttığı bir dünyayı temsil eder.

3. Deneyin Uygulanması

- **Isı Uygulama:** Her iki kavanoz da aynı mesafeden ısı lambasına maruz bırakılır.
- **Gözlem ve Veri Toplama:** Öğrenciler, belirli aralıklarla her iki kavanozun içindeki sıcaklıkları termometre ile ölçer ve kaydeder. Ölçümler, 10 dakika aralıklarla 1 saat boyunca yapılır.

4. Veri Analizi

- **Veri İncelemesi:** Öğrenciler, topladıkları sıcaklık verilerini analiz ederler. İki kavanoz arasındaki sıcaklık farkını karşılaştırarak hangi kavanozun daha fazla ısındığını belirlerler.
- **Sonuç Çıkarma:** Öğrenciler, gözlemlerine dayanarak sera etkisinin nasıl küresel ısınmaya yol açtığını fark ederler. Sera gazları ile kaplanan kavanozun daha fazla ısındığını gözlemleyerek, atmosferdeki sera gazlarının artmasının küresel sıcaklıkları nasıl yükselttiğini anlarlar.

5. Sunum ve Tartışma

- **Sunum:** Her grup, deney sonuçlarını ve analizlerini sınıfla paylaşır. Hipotezlerinin doğru olup olmadığını tartışır.
- **Genel Tartışma:** Öğretmen, tüm grupların sonuçlarını özetleyerek, sera etkisinin küresel ısınmaya nasıl katkıda bulunduğunu açıklığa kavuşturur. Bu aşamada, küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişiklikleri üzerine de kısa bir tartışma yapılabilir.

6. Geri Bildirim ve Değerlendirme

- **Değerlendirme:** Öğrencilerin katılımı, gözlemleri ve çıkarımları değerlendirilir. Ayrıca, öğrencilerden küresel ısınma ile ilgili kendi düşüncelerini ve bu sorunu çözmek için neler yapabileceklerini yazılı olarak ifade etmeleri istenir.

3.

KONU	İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Tarım
SENERYO ADI	Bir Tohumla Başlayan Değişim

PLANLAMA	
Açıklama/ Amaç	Bitki yetiştiriciliği ve kompost yapımının iklim değişikliğini nasıl etkileyebileceğini anlamak. Küresel ısınmaya karşı yeşil alanları artırma çöpleri toprağa kazandırma. Kompost yapım sürecini ve toprak sağlığına olan etkilerini öğrenmek. Bitki büyümesinin dijital araçlar kullanılarak izlenmesi ve kayıt altına alınması. Kompost gübrelemenin bitki büyümesi üzerindeki etkilerini anlamak. Öğrencilerin bitki yetiştirmenin, kompost yapımının ve bu süreçlerin iklim değişikliğine karşı nasıl bir fark yaratabileceğini anlamalarına yardımcı olacaktır. Aynı zamanda, farklı STEAM alanlarında aktif olarak çalışarak çok yönlü beceriler geliştireceklerdir.
Kazanım	ÇEİD.5.3. İklim değişikliğinin Türkiye’deki etkilerini azaltmaya yönelik önlemlere örnekler verir. ÇEİD.5.4.Türkiye’de iklim değişikliğiyle mücadele ile ilgili, yakın çevresini bilgilendirme sürecindeki sorumluluklarının farkında olur. ÇEİD.5.5. İklim değişikliğinin Türkiye’deki etkilerini azaltmaya yönelik toplumsal farkındalık oluşturacak proje/projeler tasarlar. ÇEİD.5.2. Türkiye’de iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik ulusal ve uluslararası çalışmaların önemini tartışır
Seviye	7. sınıf
Süre	4 ders saati

HAZIRLIK	
Gerçek Yaşamdan Senaryo Ortamı	Öğrenciler, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak amacıyla STEAM sınıfında saksılarda tohumdan fidana bitki yetiştirmeye karar verirler. Süreç boyunca, kompost yapımı ve bu kompostun bitkiler üzerindeki etkilerini inceleyerek sürdürülebilir tarımın önemini kavrarlar. Her hafta bitkilerin büyümesini izler ve elde ettikleri verileri dijital araçlarla kaydederler. Kompost gübre sayesinde çöplerin azalacağını ve metan gazının küresel iklim değişikliğine etkisinin azaltılmasına ayrıca dikkat çekilecektir. Projenin sonunda, bitki yetiştirme süreçlerini ve elde ettikleri sonuçları sanatsal yollarla ifade ederek çevreye olan katkılarını toplumla paylaşırlar. Bu senaryo, öğrencilerin bitki yetiştirmenin ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının iklim değişikliğiyle mücadelede nasıl bir fark yaratabileceğini anlamalarını sağlar. Ayrıca, bilimsel düşünme, veri analizi, mühendislik uygulamaları ve sanatsal ifade becerilerini geliştirmelerine olanak tanır.
Görev	<input type="checkbox"/> Öğrenciler, bitki tohumlarını seçer ve saksılara eker. <input type="checkbox"/> Bitkilerin günlük su ihtiyacını ve bakımını planlarlar. <input type="checkbox"/> İklim değişikliğine karşı bitkilerin önemini araştırarak kısa bir yazılı rapor hazırlarlar. <input type="checkbox"/> Öğrenciler, okuldan veya evden organik atıklar toplayarak kompost yapımına başlar. <input type="checkbox"/> Kompost oluşum sürecini gözlemleyerek her hafta kompostun durumunu kaydederler.

	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Toprak sağlığına kompostun katkıları hakkında araştırma yaparak bu bilgiyi bir poster veya sunum şeklinde sınıfla paylaşırlar. <input type="checkbox"/> Öğrenciler, bitki büyümesini izlemek için haftalık ölçümler yapar (boy uzunluğu, yaprak sayısı, renk değişimi vb.). <input type="checkbox"/> Dijital araçlar kullanarak (ör. kamera, yazılım) bitkilerin büyüme sürecini belgeleyen bir günlük tutarlar. <input type="checkbox"/> Haftalık verileri grafikler veya tablolar halinde sunar. <input type="checkbox"/> Öğrenciler, kompost ile gübrelenmiş ve gübresiz bitkiler arasındaki farkları gözlemleyip karşılaştırır. <input type="checkbox"/> Gözlemlerini raporlar ve bu raporu sınıfta sunar. <input type="checkbox"/> Kompostun bitkilerin büyümesi üzerindeki etkileri hakkında bir grup tartişması yaparlar. <input type="checkbox"/> Öğrenciler, bitkilerin büyüme sürecini ve kompostun çevreye katkılarını anlatan bir sanat projesi oluşturur (örneğin, bir resim, heykel veya dijital sanat çalışması). <input type="checkbox"/> Sanat projelerini hazırlarken iklim değişikliğiyle mücadeleye nasıl katkı sağlayabileceklerini düşünür ve bu temayı eserlerine yansıtır. <input type="checkbox"/> Sanat projelerini sınıfta sergiler ve açıklayıcı bir konuşma yaparlar. <input type="checkbox"/> Öğrenciler, tohumdan fidana bitki yetiştirme ve kompost gübreleme sürecini değerlendiren bir final sunumu hazırlar. <input type="checkbox"/> Sunumda, süreç boyunca elde ettikleri verileri ve karşılaştıkları zorlukları paylaşırlar. <input type="checkbox"/> Son olarak, sanat projelerini ve öğrendiklerini sınıfta sunar, geri bildirim alırlar.
Teknik bilgiler Anahtar sorular	Teknik Bilgiler
STEAM Öğrenme Çıktıları	<p>Fen Bilimleri: Bitkilerin büyüme süreçleri, fotosentez, solunum, su ve besin döngüleri. Tohum çimlenmesi, bitki gelişimi ve bitkilerin çevreye adaptasyonu. İklim değişikliğinin ekosistemler üzerindeki etkileri, karbon ayak izi, sürdürülebilirlik. Kompost oluşumu sırasında organik maddelerin kimyasal dönüşümü ve besin maddelerinin bitkiler tarafından kullanılması. Atıkların kompostlanarak yeniden değerlendirilmesi ve çevreye olan olumlu etkileri.</p> <p>Teknoloji: Öğrenciler, topladıkları verileri dijital ortamda grafikler ve tablolar halinde sunmak için yazılımlar kullanır (örneğin, Excel, Google Sheets). Bu araçlarla veri görselleştirme becerilerini geliştirirler. Öğrenciler, bitkilerin büyüme sürecini izlemek ve kaydetmek için dijital araçlar (tablet, akıllı telefon, kamera) kullanır. Bu cihazlar yardımıyla bitkilerin fotoğraflarını çeker, büyüme aşamalarını belgeleyen videolar kaydeder ve günlük tutar. Bitki büyüme ortamındaki ışık miktarı ve toprağın pH değerini ölçmek için dijital cihazlar kullanılır. Bu cihazlar sayesinde, bitkilerin ideal koşullarda büyüüp büyümediği kontrol edilir. Öğrenciler, bitkilerin büyüme süreçleri, iklim değişikliği, sürdürülebilir tarım ve kompost yapımı gibi konularda çevrimiçi kaynaklardan bilgi araştırır. Bu kaynakları kullanarak, proje için gerekli bilgi ve verileri toplar. Öğrenciler, final sunumlarını çevrimiçi platformlar (Zoom, Microsoft Teams) üzerinden yapabilir ve projelerini daha geniş bir kitleyle paylaşabilir.</p>

	<p>Mühendislik: Öğrenciler, kompost kutusunun bir prototipini geliştirir ve test eder. Bu prototip, sıcaklık kontrolü, nem seviyeleri ve organik materyalin parçalanma süreci gibi faktörlere göre değerlendirilir. Öğrenciler, kompost yapımı için uygun bir kompost kutusu tasarlar ve inşa eder. Bu süreçte, malzeme seçimi, dayanıklılık, hava sirkülasyonu ve nem kontrolü gibi mühendislik prensiplerini uygularlar. Bitki yetiştirme ortamının tasarımı, optimum ışık, su ve besin sağlayacak şekilde yapılır. Öğrenciler, bitkilerin ihtiyaçlarına göre saksı veya sera yapısı gibi büyüme ortamları tasarlayabilir. Tasarım süreci boyunca alınan geri bildirimler doğrultusunda, öğrenciler prototiplerini ve sistemlerini sürekli olarak iyileştirir. Bu, mühendislik tasarımında iteratif bir yaklaşımı teşvik eder.</p>
	<p>Matematik : Öğrenciler, bitkilerin boy uzunluğu, yaprak sayısı ve diğer ölçümlerine göre grafikler çizer. Bu grafikler, bitkilerin zaman içindeki büyüme hızlarını ve kompostun bitki gelişimine etkisini görselleştirir. Kompost ile gübrelenmiş bitkiler ile gübresiz bitkilerin büyüme verileri karşılaştırmalı grafikler halinde sunulur ve bu grafikler yorumlanır. Öğrenciler, bitkilerin büyüme hızlarını hesaplamak için oran ve yüzde hesapları yapar. Kompost kullanımının bitki büyümesi üzerindeki etkilerini yüzdesel olarak değerlendirirler. Kompostlu ve kompostsuz bitkiler arasında büyüme farklarını yüzde olarak hesaplar ve sunarlar.</p>
	<p>Sanat: Öğrenciler, bitkilerin büyüme süreçlerini resmeder. Farklı aşamalarda bitkilerin nasıl değiştiğini ve geliştiğini çizen resimler yaparlar. Bu, büyüme sürecini ve bitkilerin doğal güzelliğini estetik bir şekilde ifade eder. Bitkilerin büyüme sürecini zaman aralıklı fotoğraf çekimleriyle belgeleyin. Çekilen fotoğraflar birleştirilerek bitkinin büyümesini görsel olarak anlatan bir video oluşturulabilir. Öğrenciler, kompost kutularını kişiselleştirebilir ve estetik açıdan çekici hale getirebilir. Renkli boyama, mozaik yapımı veya diğer dekoratif teknikler kullanarak kompost kutularını süsleyebilirler. Bitki yetiştirme süreci, kompost yapımı ve iklim değişikliğinin etkileri hakkında bilgilendirici posterler tasarlayın. Bu posterler, bilgiyi görsel olarak sunarak diğer öğrencilerin öğrenmesine yardımcı olabilir.</p>

UYGULAMA	
<ul style="list-style-type: none"> • Etkinlik Süreci 	<ul style="list-style-type: none"> □ Giriş ve Motivasyon: <ul style="list-style-type: none"> • Konu Tanıtımı: Öğrencilere iklim değişikliği ve çevresel sorunlar hakkında kısa bir sunum yapılır, konunun önemini ve projede neler yapacaklarını açıklayın. • Dikkat Çekici Sorular: İklim değişikliği, bitki büyümesi ve kompost yapımı hakkında dikkat çekici sorular sorulur. Bu sorular, öğrencilerin konuyla ilgilenmesini ve projeye katılımını artıracaktır. □ Araştırma ve Bilgi Toplama: <ul style="list-style-type: none"> • Bilgi Edinme: Öğrenciler, iklim değişikliği, bitki yetiştirme ve kompost yapımı hakkında araştırma yapar. Çevrimiçi kaynaklar, kitaplar ve makaleler kullanarak bilgi toplarlar. • Gözlem: Çevredeki bitkileri ve kompost kutularını gözlemleyerek, süreçlerin nasıl işlediğini incelenir. □ Planlama ve Tasarım:

	<ul style="list-style-type: none"> • Bitki Yetiştirme Ortamının Tasarımı: Öğrenciler, bitkilerin büyümesi için gerekli ortamı tasarlar ve hangi malzemelerin kullanılacağını belirler. • Kompost Kutusu Tasarımı: Öğrenciler, kompost kutusunun tasarımını yapar ve gerekli özellikleri (hava sirkülasyonu, nem kontrolü) belirler. □ Malzemelerin Temini ve Hazırlık: <ul style="list-style-type: none"> • Malzeme Listesi: Tohumlar, saksılar, toprak, kompost malzemeleri ve diğer gerekli ekipmanları listeleyin. • Malzemelerin Temini: Gerekli malzemeleri toplanır ve öğrencilerin kullanımına sunulur. □ Prototip Geliştirme ve İnşaat: <ul style="list-style-type: none"> • Kompost Kutusunun Yapımı: Öğrenciler, tasarladıkları kompost kutusunu inşa eder ve kompost malzemelerini ekler. • Bitki Yetiştirme Ortamının Oluşturulması: Saksıları hazırlayıp toprak ekler, tohumları dikilir ve bitkilerin büyümesi için gerekli koşulları sağlanır. □ Uygulama ve İzleme: <ul style="list-style-type: none"> • Bitki Büyümesinin İzlenmesi: Öğrenciler, bitkilerin büyüme sürecini düzenli olarak izler, veri toplar ve büyüme grafikleri oluşturur. • Kompost Sürecinin Takibi: Kompost kutusunun sıcaklık, nem ve parçalanma sürecini izler. Sensörler kullanarak verileri toplar. □ Veri Analizi ve Değerlendirme: <ul style="list-style-type: none"> • Veri Analizi: Toplanan verileri analiz eder ve bitki büyümesi ile kompostun etkilerini grafikler ve tablolarla görselleştirir. • Sonuçların Değerlendirilmesi: Elde edilen sonuçları değerlendirir ve kompostun bitki büyümesi üzerindeki etkilerini tartışır. □ Geri Bildirim ve İyileştirme: <ul style="list-style-type: none"> • Prototip ve Süreç İyileştirme: Prototipin ve bitki yetiştirme sürecinin iyileştirilmesi için geri bildirimleri dikkate alır. İyileştirmeler yapar ve tasarımı yeniden değerlendirir. □ Sonuçların Sunumu: <ul style="list-style-type: none"> • Proje Sunumu: Öğrenciler, proje sonuçlarını sınıfta veya okulda bir sunum yaparak paylaşır. Görsel materyaller ve grafiklerle projelerini açıklar. • E-Portfolyo: Proje sürecinde elde edilen verileri, fotoğrafları, videoları ve raporları dijital bir e-portfolyo içinde düzenler.
Değerlendirme	<ul style="list-style-type: none"> • Öğrenci Geri Bildirimleri: Öğrencilerin projeye ilgili geri bildirimlerini alır ve proje sürecindeki öğrenme deneyimlerini değerlendirirsiniz. • Proje Değerlendirmesi: Proje hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirir ve gelecekteki projeler için önerilerde bulunur.

REFERANS	
Kariyer Bağlantıları	Çevre Bilimci, Tarım Mühendisi Peyzaj Mimarı Sürdürülebilirlik Danışmanı Eğitimci ve Bilim Eğitmeni Grafik Tasarımcı Kompost ve Atık Yönetimi Uzmanı Çiftçi ve Bahçıvan

Materyaller	<p>Tohumlar Toprak Saksılar veya Kapsama Kapları Sulama Ekipmanları Işık Kaynakları Nem Ölçer Gübreler Kompost Kutusu Kompost Malzemeleri Kompost Karıştırıcı veya Çatal Nem Ölçer ve Sıcaklık Ölçer Hava Sirkülasyonu İçin Malzemeler Renkli Boyalar ve Fırçalar Kağıt, Karton ve Diğer Sanat Malzemeleri Kuru Yapraklar, Çiçekler ve Doğal Malzemeler Kamera veya Akıllı Telefon Grafik Tasarım Araçları Laboratuvar Ekipmanları</p>
İlgili Kaynaklar	<p>İklim Değişikliği ve Çevre Bilimleri Bitki Yetiştirme ve Tarım Kompost Yapımı ve Atık Yönetimi</p>
Kaynakça	<p>YouTube (bitki yetiştirme ve kompost yapımı eğitim videoları) Coursera ve edX (çevre bilimi ve tarım dersleri) Khan Academy (bilim ve çevre konuları) Google Scholar (bilimsel makaleler) Composting Council The Royal Horticultural Society (RHS) Kazanımlar, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programları, https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143 internet adresinden alınmıştır.</p>

4.

KONU	Küresel İklim Değişikliğinin sonuçları - Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele:
SENERYO ADI	Yeşil Çözümler ve Geleceğin sıfır karbon Şehirleri

PLANLAMA	
Açıklama/ Amaç	Küresel iklim değişikliğini engellemek ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek için öğrencilerin bilimsel, teknolojik, mühendislik, sanat ve matematik bilgilerini bir arada kullanarak yaratıcı ve uygulanabilir projeler üretmelerini sağlamak.
Kazanım	<p>ÇEİD.4.4. Küresel iklim değişikliğinin etkilerini örnek olaylar üzerinden yorumlar.</p> <p>ÇEİD.4.5. Küresel iklim değişikliğinin doğrudan ya da dolaylı olarak neden olduğu afetleri etkileriyle birlikte açıklar.</p> <p>ÇEİD.4.5. Küresel iklim değişikliğinin doğrudan ya da dolaylı olarak neden olduğu afetleri etkileriyle birlikte açıklar.</p> <p>ÇEİD.5.1. İklim değişikliğinin Türkiye'deki mevcut ve olası etkilerini fark eder.</p>
Seviye	7. sınıf
Süre	4 ders saati

HAZIRLIK	
Gerçek Yaşamdan Senaryo Ortamı	Küresel iklim değişikliği giderek daha büyük bir tehdit oluşturuyor ve mevcut şehirler bu tehditlerle başa çıkmakta zorlanıyor. Uluslararası bir girişim, "Geleceğin Sıfır Karbon Şehri" adlı bir proje başlatarak, gelecekte iklim değişikliğini minimize edecek ve çevre dostu bir şehir tasarımı geliştirmeyi hedefliyor. Bu şehirde yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği, sürdürülebilir ulaşım sistemleri ve yeşil alanlar ön planda olacak.
Görev	<p><input type="checkbox"/> Öğrenciler, dört ana disiplin etrafında (Yenilenebilir Enerji, Enerji Verimliliği, Sürdürülebilir Ulaşım, Yeşil Alanlar) gruplara ayrılır.</p> <p><input type="checkbox"/> Her grup, ilgili konu hakkında detaylı araştırma yapar ve şehir tasarımına yönelik temel problemleri belirler.</p> <p><input type="checkbox"/> Yenilenebilir Enerji Grubu: Güneş panelleri ve rüzgar türbinlerinin tasarımını yapar.</p> <p><input type="checkbox"/> Enerji Verimliliği Grubu: Enerji tasarruflu binaların tasarımı ve enerji verimli cihaz önerileri hazırlar.</p> <p><input type="checkbox"/> Sürdürülebilir Ulaşım Grubu: Elektrikli araç şarj istasyonları ve bisiklet yolları için planlar oluşturur.</p> <p><input type="checkbox"/> Yeşil Alanlar Grubu: Şehir parkları ve ağaçlandırma projeleri için tasarımlar geliştirir.</p>
Teknik bilgiler Anahtar sorular	<p><input type="checkbox"/> Küresel İklim Değişikliği:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Küresel iklim değişikliğinin ana nedenleri nelerdir? • İklim değişikliği şehirleri nasıl etkiler? <p><input type="checkbox"/> Yenilenebilir Enerji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Güneş ve rüzgar enerjisinin şehirlerde nasıl kullanılabilir? • Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajları ve dezavantajları nelerdir? <p><input type="checkbox"/> Enerji Verimliliği:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enerji verimliliğini artırmak için hangi teknolojiler kullanılabilir? • Enerji tasarrufu sağlayan bina tasarımları nasıl olmalıdır? <p><input type="checkbox"/> Sürdürülebilir Şehirler:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Sıfır karbon şehir tasarımlarında hangi unsurlar bulunmalıdır? • Şehirlerde yeşil alanların rolü nedir? <p><input type="checkbox"/> Sanatsal İfade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • İklim değişikliği konusunu sanat yoluyla nasıl ifade edebiliriz? • Sanat, çevre sorunlarına dikkat çekmek için nasıl kullanılabilir? <p>Enerji Verimliliği:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enerji verimliliği artırıcı cihazlar ve sistemler nasıl tasarlanır? • Binalarda enerji tasarrufu sağlamak için hangi yöntemler kullanılabilir? <p>Yenilenebilir Enerji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Güneş panelleri ve rüzgar türbinlerinin tasarımında nelere dikkat edilmelidir? • Yenilenebilir enerji sistemlerini şehirlerde nasıl entegre edebiliriz?
Önkoşul Beceriler	<p><input type="checkbox"/> İklim değişikliğinin tanımı ve temel nedenleri.</p> <p><input type="checkbox"/> İklim değişikliğinin neden olduğu afetlerin tanıtımı (örneğin, sel, kuraklık, sıcak hava dalgaları, fırtınalar).</p>
STEAM Öğrenme Çıktıları	<p>Fen Bilimleri: İklim değişikliğinin atmosferdeki sera gazlarıyla nasıl ilişkili olduğunu inceler. Karbondioksit (CO₂) ve metan (CH₄) gibi gazların etkilerini ve bu gazların nasıl azaltılabileceğini araştırır. Güneş, rüzgar ve hidroelektrik enerjisi. Yenilenebilir enerji kaynaklarının fiziksel prensiplerini ve enerji dönüşüm süreçlerini inceler. Güneş panellerinin nasıl çalıştığını ve rüzgar türbinlerinin enerji üretimindeki rolünü anlamak önemlidir. Yeşil alanların biyolojik çeşitliliği desteklemedeki rolünü ve ekosistem hizmetlerini anlamak. Bitkilerin karbon döngüsündeki rolü ve şehir ekosistemlerinde sağladığı faydaları incelemek. Sürdürülebilir su yönetimi ve atık yönetim sistemleri. Öğrenciler, farklı enerji kaynaklarının karbon salınımını hesaplamak için matematiksel modeller oluşturabilir ve bu verileri karşılaştırabilirler.</p> <p>Teknoloji: Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Enerji üretiminde kullanılan modern teknolojiler ve sistemlerin işleyişi. Öğrenciler, güneş panellerinin ve rüzgar türbinlerinin nasıl çalıştığını öğrenir ve bu teknolojilerin verimliliğini artırmak için yeni tasarımlar veya iyileştirmeler geliştirir. Şehirlerin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayan teknolojiler. Veri toplama, işleme ve analiz araçları. Öğrenciler, şehirlerin enerji ve çevre verilerini toplamak için sensörler kullanabilir ve bu verileri analiz ederek sürdürülebilirlik stratejileri geliştirebilirler.</p> <p>Mühendislik: Öğrenciler, enerji sistemlerinin mühendislik tasarımını yaparak, bu sistemlerin şehirlerde nasıl entegre edileceğini ve performansını modelleyebilirler. Öğrenciler, sürdürülebilir yapı tasarımları geliştirir, enerji verimliliğini artıran mühendislik çözümleri üretir ve bu binaların performansını simüle ederler. Öğrenciler, su yönetimi ve atık azaltma sistemlerinin mühendislik tasarımlarını geliştirir ve bu sistemlerin etkinliğini test ederler. Öğrenciler, mühendislik projelerinin çevresel etkilerini analiz eder ve bu etkileri azaltacak mühendislik çözümleri önerirler.</p> <p>Matematik : Öğrenciler, yenilenebilir enerji projeleri ve yeşil alanlar için bütçe hazırlama ve maliyet hesaplamaları yapabilirler.</p>

	<p>Öğrenciler, enerji tüketim verilerini grafikler ve tablolar halinde sunarak değişim trendlerini analiz edebilirler.</p> <p>Öğrenciler, fiziksel ve dijital şehir modelleri oluştururken ölçekleme hesaplamalarını yapabilir ve alan hesaplamalarını kullanabilirler.</p> <p>Öğrenciler, farklı enerji kaynaklarının karbon salınımını hesaplamak için matematiksel modeller oluşturabilir ve bu verileri karşılaştırabilirler.</p>
	<p>Sanat:</p> <p>Öğrenciler, iklim değişikliğinin etkilerini ve sürdürülebilir çözümleri anlatan sanat eserleri yaratır. Bu eserler, sergilerde veya topluluk etkinliklerinde sunulabilir.</p> <p>Öğrenciler, iklim değişikliğinin etkilerini ve çözüm önerilerini görsel olarak anlatan posterler ve infografikler tasarlar ve bu görselleri sergilerler.</p> <p>Öğrenciler, sürdürülebilir bir şehir tasarımı oluşturarak bu modelde yeşil alanlar, yenilenebilir enerji sistemleri ve çevre dostu yapılar sergiler.</p> <p>Öğrenciler, çevre ve doğanın çeşitli yönlerini fotoğraflar ve bu fotoğrafları iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik temalarıyla ilişkilendirerek sergiler.</p> <p>Öğrenciler, topluluk sanat projeleri düzenler ve bu projelerle iklim değişikliği ve çevre koruma konularında toplumun bilinçlenmesini sağlar.</p>

UYGULAMA	
<ul style="list-style-type: none"> Etkinlik Süreci 	<p>1. Bilgi Toplama ve Ekip Oluşumu</p> <p>Giriş ve Tanıtım (1 saat):</p> <ul style="list-style-type: none"> Hedef: Küresel iklim değişikliği ve etkileri hakkında genel bilgi vermek. Etkinlik: Kısa bir sunum veya video izletilir, ardından iklim değişikliğinin şehirler üzerindeki etkileri tartışılır. <p>Ekip Oluşumu ve Araştırma (1 saat):</p> <ul style="list-style-type: none"> Hedef: Öğrencilerin konulara göre gruplara ayrılması ve araştırma yapmaya başlaması. Etkinlik: <ul style="list-style-type: none"> Öğrenciler 4 grup halinde toplanır: Yenilenebilir Enerji, Enerji Verimliliği, Sürdürülebilir Ulaşım, Yeşil Alanlar. Her grup, kendi konusunu araştırır ve ilgili sorunları belirler. Araştırma için kaynaklar sağlanır (makaleler, web siteleri, uzman görüşleri). <p>Örnek Görev:</p> <ul style="list-style-type: none"> Her grup, küresel iklim değişikliğinin şehirler üzerindeki etkilerini ve bu etkileri azaltmak için önerilen stratejileri araştırır. <hr/> <p>2. Çözüm Geliştirme ve Tasarım</p> <p>Çözüm Geliştirme (2 saat):</p> <ul style="list-style-type: none"> Hedef: Her grubun, belirledikleri sorunlara yönelik çözüm önerileri geliştirmesi. Etkinlik: <ul style="list-style-type: none"> Gruplar, araştırma sonuçlarını kullanarak çözüm önerileri geliştirir. Beyin fırtınası yaparak yaratıcı fikirler üretirler. Çözüm önerilerini ve tasarımlarını detaylandırır. <p>Örnek Görev:</p> <ul style="list-style-type: none"> Yenilenebilir Enerji Grubu: Güneş panelleri ve rüzgar türbinlerinin tasarımını yapar. Enerji Verimliliği Grubu: Enerji tasarruflu binaların tasarımı ve enerji verimli cihaz önerileri hazırlar.

	<ul style="list-style-type: none"> • Sürdürülebilir Ulaşım Grubu: Elektrikli araç şarj istasyonları ve bisiklet yolları için planlar oluşturur. • Yeşil Alanlar Grubu: Şehir parkları ve ağaçlandırma projeleri için tasarımlar geliştirir. <hr/> <p>3.Prototip ve Modelleme Prototip ve Modelleme (2 saat):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hedef: Tasarımların prototiplerini ve modellerini oluşturmak. • Etkinlik: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gruplar, tasarımlarını fiziksel veya dijital prototiplere dönüştürür. ○ Modelleme araçları (karton, plastik, dijital yazılımlar) kullanılarak prototipler hazırlanır. ○ Prototiplerin ve modellerin işleyişi test edilir ve sonuçlar değerlendirilir. <p>Örnek Görev:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yenilenebilir Enerji Grubu: Mini güneş panelleri ve rüzgar türbinleri prototipleri yapar. • Enerji Verimliliği Grubu: Enerji tasarruflu aydınlatma sistemlerinin küçük ölçekli modellerini oluşturur. • Sürdürülebilir Ulaşım Grubu: Elektrikli araçlar ve bisiklet yollarının mini modellerini yapar. • Yeşil Alanlar Grubu: Mini şehir parkları ve ağaçlandırma projeleri için modeller hazırlar. <p style="text-align: center;">Çevre Temalı Şiir veya Hikaye Yazma</p> <p>Amaç: İklim değişikliği ve çevre koruma konularını duygusal ve yaratıcı bir şekilde ifade etmek.</p> <p>Etkinlik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Öğrenciler, iklim değişikliği ile mücadele veya çevre koruma konularında şiirler veya kısa hikayeler yazar. • Yazdıkları şiir veya hikayeleri okulda bir edebiyat dergisi veya sergi şeklinde paylaşırlar. • Eserler, sanatsal bir anlatım tarzı ile çevre sorunlarına dikkat çeker. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Öğrenciler, çevre dostu bir şehir modeli oluşturur. Bu modelde güneş panelleri, rüzgar türbinleri, yeşil alanlar ve sürdürülebilir ulaşım sistemleri yer alır. • Öğrenciler, iklim değişikliğini ve önerilen çözümleri görsel olarak anlatan posterler tasarlar. Böylece İklim değişikliği, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir şehirler konularında farkındalık yaratırlar. <p><input type="checkbox"/> Öğrenciler, çevre dostu şehirler, doğal afetler ve iklim değişikliğini konu alan resimler çizer. Resimler, okulda bir sergi şeklinde düzenlenir ve topluma sunulur.</p>
Değerlendirme	<p>Sunum ve Değerlendirme Sunum ve Değerlendirme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hedef: Projelerin sunumu ve geri bildirim alınması. • Etkinlik: <ul style="list-style-type: none"> ○ Her grup, geliştirdiği çözüm ve prototipleri diğer ekipler ve öğretmenler önünde sunar. ○ Sunumlar, tasarımların işleyişi, etkileri ve olası geliştirme alanlarını içerir.

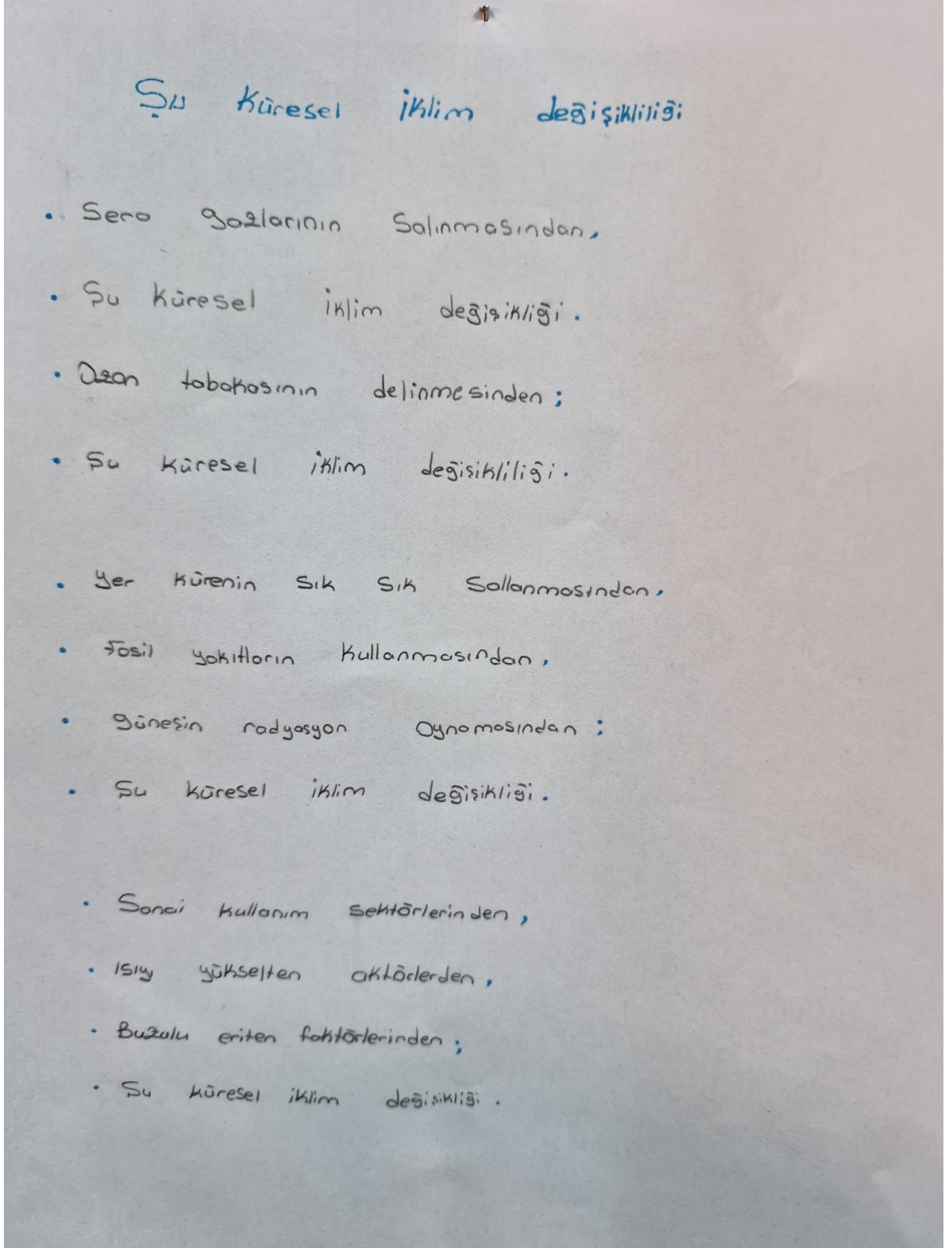
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Geri bildirimler toplanır ve projelerin değerlendirilmesi yapılır. <p>Örnek Görev:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Öğrenciler, projelerini sergi veya sunum şeklinde paylaşır ve jüri ile diğer öğrencilerden gelen geri bildirimlere göre projelerini iyileştirir.
--	--

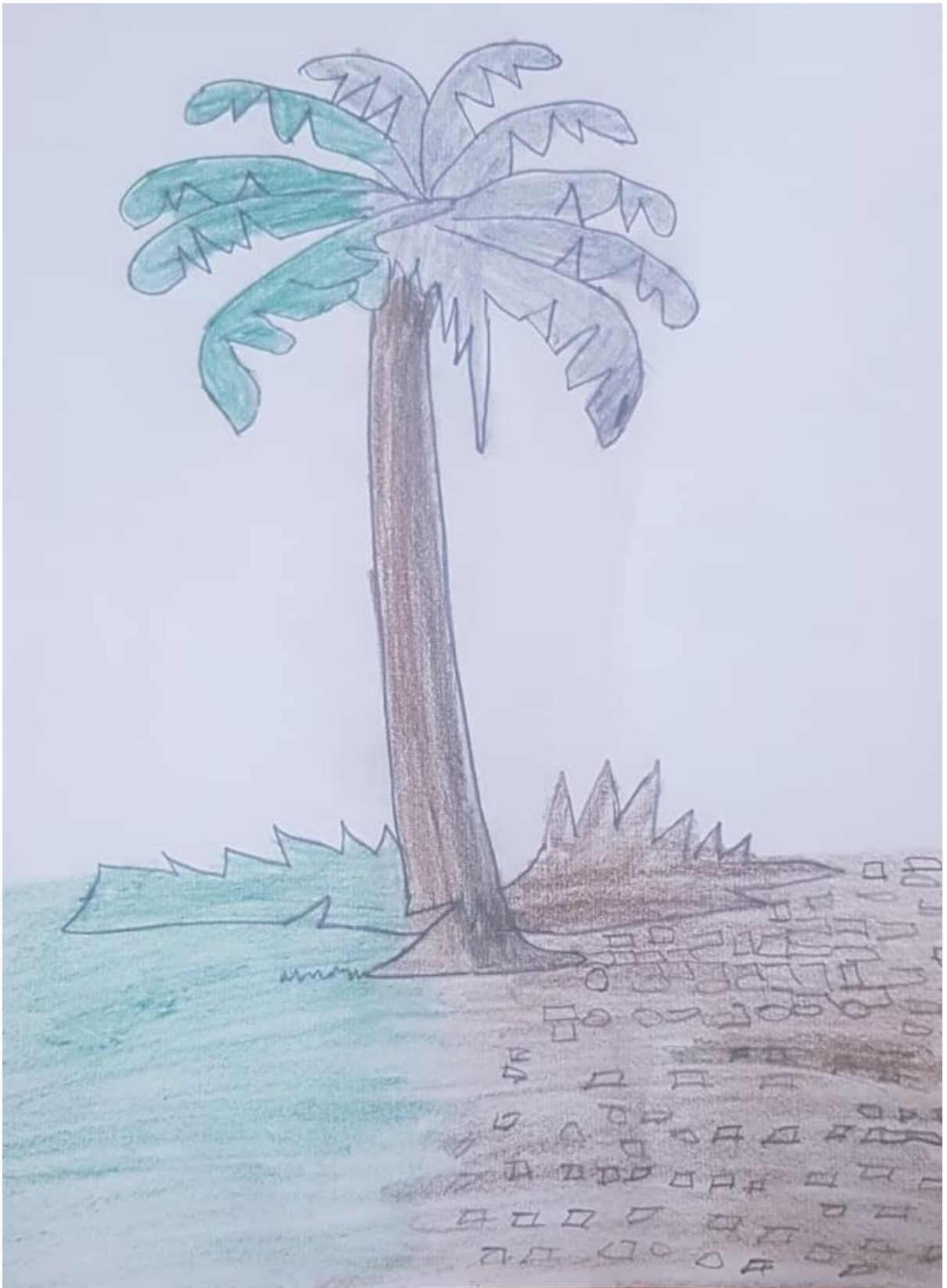
REFERANS	
Kariyer Bağlantıları	<input type="checkbox"/> Yenilenebilir Enerji: Enerji mühendisi, çevre mühendisliği, enerji sistemleri tasarımcısı. <input type="checkbox"/> Enerji Verimliliği: Enerji danışmanı, sürdürülebilir bina tasarımcısı. <input type="checkbox"/> Sürdürülebilir Ulaşım: Ulaşım planlayıcısı, şehir plancısı, çevre mühendisliği. <input type="checkbox"/> Yeşil Alanlar: Peyzaj mimarı, çevre koruma uzmanı, ekolojik planlamacı.
Materyaller	<p>Genel Malzemeler: Bilgisayarlar, internet erişimi, araştırma kaynakları.</p> <p>Prototip ve Modelleme: Karton, plastik, yapıştırıcılar, 3D modelleme yazılımları, minyatür malzemeler.</p> <p>Sunum: Posterler, bilgi panoları, sunum yazılımları (PowerPoint, Canva).</p> <p>Renkli kalemler, keçeli kalemler, poster kartonu, dijital tasarım araçları</p> <p>Defterler, kalemler, bilgisayarlar (dijital yazım için).</p> <p>Karton, plastik, renkli kağıtlar, doğal malzemeler (çam kozalakları, yapraklar), yapıştırıcılar, boyalar.</p>
İlgili Kaynaklar	IPCC İklim Raporları Sürdürülebilir Şehirler ve Enerji Verimliliği Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Çevresel Etki Değerlendirmesi
Kaynakça	IPCC Climate Reports UNEP Sustainable Cities Kazanımlar, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programları, https://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143 internet adresinden alınmıştır.

Zaman Çizelgesi

Etkinlik no:	Zaman	Açıklama
1	4 ders saati	
2	4 ders saati	
3	4 ders saati	Tohumların çimlenme ve bitki büyümesi için aralıklı zamanlarda takip edildi.
4	4 ders saati	
Toplam	16 ders saati	2 Ay

Ek E. Çalışmalardan Bazı Fotoğraflar







Böyle gazları çıkarmayı bırakalım

Dünyamızı kurtulalım.

1-



⇒ Ağır Dumanlar (Patlamadan)

2-



Orman yangınları

3-



⇒ Sanayileşme

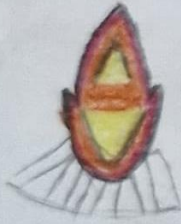


⇒ Parfüm Kullanımı

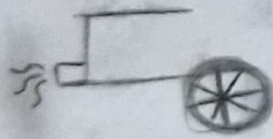
Yemyesil bir dünya için
çevremizi temiz tutalım...



=> parfüm ve deodorant kullanımı



=> ateş yakmak / Ateş yakmak



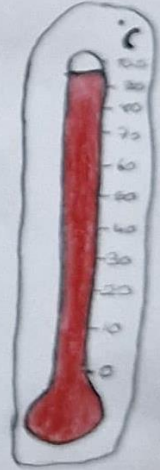
=> Arabaların egzozlarından çıkan gazlar

Boşko

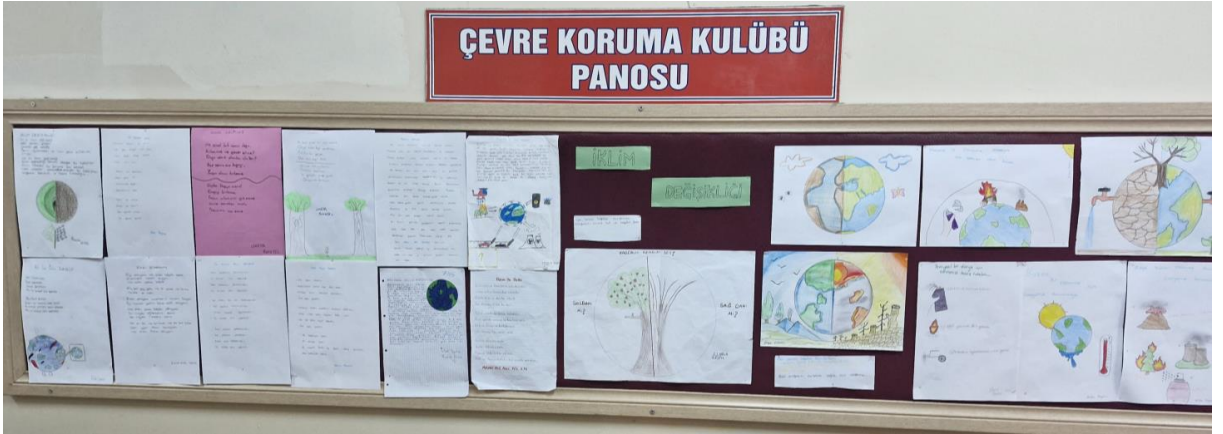
Bir Dünyamız

YOK.

Dünyamızı Korumalıyız.











ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı, soyadı : Murat ÖZTÜRK

Uyruğu : T.C.

Doğum yeri : Çemişgezek

E-posta :muratozturk2312@gmail.com

Eğitim

Lisans : Atatürk Üniversitesi Erzincan Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı

Çalıştığı Kurum:

Bingöl İl Milli Eğitim Müdürlüğü Sultan Abdulhamid Han Ortaokulu

Görevi: Fen Bilimleri Öğretmeni

Çalışma süresi: 19 yıl

İlgilendiği çalışmalar: STEAM, Robotik kodlama, TÜBİTAK proje yürütücülüğü,
Bilgisayar programları